Die Periodizität in der Ausbildung der Strahlblüten bei den Kompositen

von

M. NIEUWENHUIS—VON UEXKÜLL-GÜLDENBAND.

Bei der Anwendung statistischer Methoden zur Untersuchung der fluktuierenden Variation bestimmter Blütenteile galt anfangs ziemlich allgemein die Ansicht, dass die sich ergeben den Kurven normaler Weise eingipflig sein müssten, dass das Vorhandensein zwei- oder mehrgipfliger Kurven dagegen auf eine Mischung von zwei oder mehr Varietäten, Rassen, Standorts- oder Ernährungsmodifikationen hinwiese. Die zu dieser Auffassung führenden Zählungen waren aber meistens an wildwachsenden Pflanzen ausgeführt worden, oft allerdings in grossem Massstab, aber meist ohne Beachtung des Zeitpunkts, dem eine bestimmte Zählung entsprach. Seitdem haben systematische Untersuchungen experimentell dargelegt, in wie hohem Masse die äusseren Bedingungen, hauptsächlich die Ernährung, auf die Ausbildung bestimmter Blütenteile einwirken können. Ich erinnere an die sehr verdienstvollen Untersuchungen von Weisse [1]) (*Helianthus annuus*), Mac

1) Die Zahl der Randblüten an Compositenköpfchen in ihrer Beziehung zur Blattstellung und Ernährung. Pringsheim. Jahrb. f. wissensch. Botanik XXX 1897 p. 452—473.

Leod [1]) (*Chrysanthemum carinatum* und *Centaurea cyanus*), de Bruijker [2]) (*Primula elatior* und *Chrysanthemum carinatum*) u. a. Diese Forscher gelangten zum Schluss, dass das Vorkommen mehrerer Gipfel in einer Kurve oder verschiedener Gipfel bei einer Spezies an verschiedenem Standort durchaus nicht unbedingt auf das Vorhandensein von mehreren Rassen weise, sondern dass Veränderungen in der Ernährung auch sehr bedeutende Veränderungen der Gipfelverhältnisse hervorrufen könnten.

Neben der äusseren Ernährung machten sich jedoch auch noch andere Einflüsse, von unbekannter Herkunft, bei der Gestaltung der Variationskurven bemerkbar, deren Wirkungen als Erscheinungen der Periodizität oder als Saison-Einflüsse zusammengefasst wurden.

Im allgemeinen beobachtete man, dass die Äusserungen dieser Periodizität in einer numerischen Abnahme bestimmter Blütenteile bestand, die im Laufe der jährlichen Saison in dem einen Fall allmählich, in dem anderen ruck- oder sprungweise vor sich ging. Von den zahlreichen Beispielen für diese Erscheinung mögen hier einige wenige genügen:

In Amerika beobachtete Tower [3]) bei *Chrysanthemum*

---

1) Over de veranderlijkheid van het aantal randbloemen en het aantal schijfbloemen bij de korenbloem. Verhandl. Vlaamsch Nat. en Geneesk. Congres, 1899, Antwerpen.

Over den invloed der levensvoorwaarden op het aantal randbloemen bij *Chrysanth. car. Dodonaea*, 1907, p. 77—159.

2) De polymorphe variatiecurve van het aantal bloemen bij *Primula elatior* Jacq.. Handel. Tiende Vlaamsch Nat. en Geneesk. Congres 1906, Brugge.

De gevoelige periode van den invloed der voeding op het aantal randbloemen van het eindhoofdje bij *Chrys. carin.* Handel. Tiende Vlaamsch Nat. en Geneesk. Congres, 1906, Brugge.

3) Variation in the Ray flowers of *Chrysanth. leucanthemum* at Yellow Springs. Biometrika 1901—02. I p. 309—315.

leucanthemum und Shull[1]) bei *Aster prenanthoides* eine Abnahme der Anzahl Strahlblüten mit dem Vorrücken der Jahreszeit; Burkill[2]) konstatierte bei *Ranunculus ficaria* und *Stellaria media* ein Zurückgehen der Anzahl Staubfäden und Stempel; Yule[3]) dasselbe bei den Kelchblättern von *Anemone nemorosa;* Correns[4]) eine Abnahme der Strahlblütenzahl bei *Dimorphoteca pluvialis*, so dass die Gipfelzahl des Monats August 16, des September 13 betrug. De Vries[5]) beobachtete, dass die nacheinander hervorgebrachten Endköpfchen derselben Exemplare von *Chrysanthemum segetum* eine stets kleiner werdende Anzahl Randblüten zur Schau trugen.

Sehr ausdrücklich haben vor allem auch Mac Leod[6]) und de Bruijker[7]) auf die Wichtigkeit dieser periodischen Einflüsse aufmerksam gemacht, die sie bei ihren Versuchen mit *Centaurea cyanus, Chrysanthemum carinatum* und *Primula elatior* sehr deutlich wahrnahmen.

Mit einigen Ausnahmen, auf die wir zurückkommen, beobachteten die genannten Forscher eine Abnahme der Anzahl Strahlblüten bezw. Strahlen bei den spät erscheinenden Köpfchen bezw. Dolden. Der Umstand, dass die erstblühenden Köpfchen niedrigerer Ordnung eine grös-

1) A quantitative study of variation in the Bracts, Rays and Discflorets of *Aster Schortii* Hoek,.... Americ. Naturalist. 1902. XXXVI, No. 422.

2) On the variation in the flower of *Ranunculus arvensis*. Journ. Asiat. Soc. Bengal. 1902.

3) Variation in the number of sepals in *Anemone nemorosa*. Biometrika 1901—02. I. p. 307—309.

4) Ein Vererbungsversuch mit *Dimorph. pluv.* Berichte der Deutsch. Bot. Gesell. 1906. Bd. XXIV, Heft 7, p. 169.

5) Mutationstheorie. Bd. I. 1901, p. 545.

6) l. c.

7) l. c.

sere Anzahl Randblüten hervorbringen als die später blühenden höherer Ordnung, hat in Shull und Tower [1]) die Überzeugung geweckt, dass die periodischen Erscheinungen Ernährungserscheinungen seien. Nach Shull [2]) haben die zuerst blühenden Köpfchen, als zuerst gebildete Sprosse, ein Maximum an Nahrung und Raum zur Entwicklung genossen, und sind somit auch zur Produktion eines Maximums an Strahlblüten imstande.

Diese Auffassung setzt nun voraus, dass die Periodizität sich nur in negativem Sinne äussere, d. h. dass die Anzahl der Strahlblüten stets ihr Maximum bei den erstaufblühenden Köpfchen, ihr Minimum bei den letztaufblühenden habe.

De Bruijker, [3]) der Shull völlig beipflichtet und die Periodizität des Blühens ebenfalls als Ernährungserscheinung auffasst, spricht denn auch in Verband hiermit als seine Meinung aus, dass man sich die Periodizität durch eine halbe Periode charakterisiert denken könne, deren graphische Darstellung eine fallende halbe Kurve ergeben müsse.

Da im Pflanzenreich vollständige Periodizitätskurven (erst steigend, dann fallend) durchaus nicht selten sind, fragt es sich, ob die periodischen Erscheinungen bei der Ausbildung der Strahlblüten sich bisweilen nicht auch durch ganze Kurven werden ausdrücken lassen. Falls auch für die Strahlblütenbildung normaler Weise vollständige, zweischenkelige Kurven gefunden würden, dürfte die Periodizität in diesem Fall nicht mehr ausschliesslich

1) l. c.

2) Zitiert bei Tower, l. c. pag. 311.

3) De polym. variatiecurve van het aantal bloemen bij *Primula elatior* Jacq. Handel. Nat. en Geneesk. Congres. Brugge. 1906, p. 19 (Separatdruck).

als Ernährungserscheinung im oben gemeinten Sinne aufgefasst werden. Die Ernährung würde dann vielmehr nur eine Komponente eines Komplexes innerer und äusserer unbekannter Ursachen ausmachen, deren Wirkungen wir als periodische oder Saison-Erscheinungen zusammenzufassen pflegen.

Fragen wir, was in Bezug auf das Vorkommen vollständiger Perioden für die Bildung von Strahlblüten bis jezt bekannt geworden ist, so lautet die Antwort: wenig; was uns weiter nicht verwundert, wenn wir bedenken, dass zur Beobachtung einer ganzen Generation lückenlos aufeinander folgende Zählungen an einer begrenzten Pflanzengruppe an einem bestimmten Standort erforderlich sind, mit genauer Angabe der Data, an welchen die Zählungen stattfanden. In dieser Weise sind diese bis jetzt jedoch nur zu besonderen Zwecken, zur Untersuchung des Einflusses der äusseren Ernährung auf die Ausbildung der Strahlblüten, vorgenommen worden. Eine derartige künstliche Veränderung der Lebenslage gestattet jedoch keine Schlussfolgerung auf das Verhalten normal ernährter Pflanzen. So beobachteten De Bruijker[1]) und Mac Leod[2]) bei einigen Gruppen von *Chrysanthemum carinatum*, letzterer auch bei *Centaurea cyanus*, dass gerade die primären Köpfchen für die Strahlblüten niedrigere Mittelwerte ergaben, als die später aufblühenden sekundären, tertiären usw. Köpfchen. Beide Forscher betrachten dies Ergebnis als eine Folge anormaler Verhältnisse, welche darin bestanden, dass für die Pflanzen zur Zeit, wo sich deren primären Köpfchen in der sensiblen Periode befanden, ungünstige Ernährungsbedingungen (infolge Umpflanzen, Magerkeit des Bodens usw.) herrschten.

1) l. c.
2) l. c.

Nachdem die Pflanzen diese Nachteile überwunden hatten, brachten ihre Köpfchen später eine grössere Anzahl Strahlblüten hervor. Denselben Ursachen ist es nach De Bruijker[1]) wahrscheinlich zuzuschreiben, dass auch Weisse bei *Dimorphoteca pluvialis* zu Anfang der Blütezeit einen niedrigen Gipfel für die Strahlblüten fand als später in vorgerückter Blütezeit.

Bei einer zwei Jahre später (1904) ausgeführten Untersuchung beobachtete auch Shull[2]) bei *Aster prenanthoides* anfänglich ein Steigen, später ein allmählicheres Fallen der Anzahl Strahlblüten.

Koriba,[3]) der in Aomori (Japan) an zwei verschiedenen Standorten (Eisenbahnweg und Flussufer) die Strahlblüten von *Aster trinervis* Roxb. var. *congestus* Fr. et Sav. zählte, stellte an beiden Orten im August die Zahlen 13 und 16 als Gipfel fest, im September 14 und 16; am ersten Standort vergrösserte sich auch der Medianenwert, am zweiten blieb er ungefähr unverändert.

Zum Schlusse darf eine Bemerkung von De Vries[4]) nicht unerwähnt bleiben, nach welcher es den Züchtern nicht unbekannt ist, dass bisweilen die allerersten, häufiger aber die späteren Blumen weniger gefüllt sind als diejenigen, welche sich in der üppigsten Blütezeit entfalten.

Da sowohl Praktiker als Biometriker ihre Beobachtungen oder Zählungen wohl in den meisten Fällen zu beginnen pflegen, wenn die Pflanzen voll erblüht sind, erscheint die Vermutung nicht unberechtigt, dass ein anfängliches Ansteigen der Periodizitätskurven sich vielleicht öfters

1) De polym. variatiecurve etc. Handel. Nat. en Geneesk. Congres. 1906. Brugge, p. 19 (Separatdruck).

2) The Botanical Gazette. Chicago. 1904, p. 333—375.

3) Variation in the Ray flowers of some *Compositae*. The Botanical Magazine. Tokyo, July 1908. No. 258, p. 126.

4) Mutationstheorie. I. Bd. 1901, p. 550.

wird feststellen lassen, sobald die sich zuerst erschliessenden Blüten eingehendere Beachtung erfahren werden.

Nach dieser kurzen Orientierung über das Wenige, was bis jetzt über die Periodizität in der Ausbildung der Strahlblüten bekannt geworden ist, gehen wir im Folgenden zu den eigenen Untersuchungen über, die, trotz ihrer Unvollständigkeit, — sie bilden nur einen ersten Versuch — vielleicht doch auf die folgenden Fragen einiges Licht werden werfen können:

1) Lässt sich der Einfluss der Periodizität *stets* nachweisen, oder gibt es auch Arten, die von ihr unbeeinflusst bleiben?

2) Sind die periodischen Erscheinungen bei der Ausbildung der Strahlblüten in der Tat nur durch *halbe fallende* Kurven auszudrücken, oder kommen auch *vollständige* Perioden, *ganze* Kurven vor?

3) Fällt, oder steigt und fällt die Kurve allmählich oder ruckweise?

4) Wie verhält sich die Periodizität bei der gleichen Art, aber unter verschiedenen Ernährungsbedingungen?

5) Wie äussern sich die periodischen Erscheinungen bei den aus Rand-, resp. aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Pflanzen der heterokarpen Kompositen?

6) Bleibt die Periodizitätskurve für dieselbe Art, unter gleichen Umständen, in aufeinander folgenden Jahren dieselbe?

Da zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen eine Zählung sämtlicher im Laufe der Saison hervorgebrachten Köpfchen einer scharf begrenzten Gruppe von Pflanzen erforderlich war, gaben diese Zählungen auch auf andere, mit der Periodizität eng zusammenhängende Fragen eine Antwort, nämlich:

7) Inwieweit stimmen die Gipfelbildungen mit dem *Ludwig*schen Gipfelgesetz überein?

8) Finden die Gipfelwechsel allmählich oder plötzlich, ruckweise statt?

9) Entsprechen die Änderungen der Gipfel stets denen der Medianen?

10) Bewirken Veränderungen der Ernährungsbedingungen die Entstehung neuer Gipfel.

Methode der Untersuchung.

Die Kulturen wurden zum grössten Teil im Versuchsgarten der Leidener Universität vorgenommen, zum kleinsten Teil auch im eigenen Garten, und zwar hauptsächlich, um den Einfluss verschiedener Lebensbedingungen auf den Verlauf der Periodizität bei Pflanzen gleicher Art zu untersuchen. Während die Erde im Versuchsgarten aus einem Gemenge von Lehm und Sand mit starkem und ausschliesslichem Zusatz tierischen Düngers bestand, fehlte letzterer dem ebenfalls sandigen Lehmboden des eigenen Gartens gänzlich, nur hatte hier seit vielen Jahren eine natürliche Gründüngung stattgefunden, da der Boden lange Zeit brach gelegen hatte.

Die benutzten Saaten stammten aus dem Leidener und anderen botanischen Gärten.

Sämtliche Aussaaten des Jahres 1910 fanden zwischen dem 8. und 10. Mai direkt auf 1—4 Quadratmeter grosse Beete statt.

Ein kleiner, bezeichneter Teil der Pflanzen wurde als Saatträger unangerührt gelassen, von dem übrigen wurden dagegen s ä m t l i c h e im Laufe der Saison aufblühenden Köpfchen abgepflückt. Köpfchen, die keine geschlossene Reihe Strahlblüten zeigten, wurden nicht berücksichtigt.

Die Zählungen fanden nicht nach bestimmten Zeiträumen statt, sondern je nachdem die Art und die Witterung es verlangten. Bei warmem, sonnigem Wetter mussten die Zählungen schneller aufeinander folgen als bei trübem

oder regnerischem Wetter, auch hielten sich die Blüten je nach der Art sehr verschieden lange. Die von Biometrika [1]) gestellte Forderung, dass während der ganzen Saison das Datum notiert werde, an welchem die Köpfchen einer begrenzten Gruppe von Pflanzen aufblühen, dass die Köpfchen überdies nur bezeichnet, aber nicht abgepflückt würden, geht für unsere Zwecke zu weit und wäre zu schwer ausführbar gewesen. Jedenfalls hätte bei einer derartig weitläufigen Arbeitsweise der Umfang vorliegender Untersuchung sehr eingeschränkt werden müssen.

Unter Phase ist im Folgenden stets ein Zeitraum verstanden, in dem keine oder nur unwesentliche Gipfeländerungen vorkommen.

Erklärung der Tabellen und Figuren.

In den Zahlentabellen, welche zu den Kulturen von 1910 gehören, findet man für jede Zählung ausser der Frequenz auch das Datum, die Stellung der Köpfchen zur Hauptaxe, die Mediane (Med.), den Mittelwert (Q) der Quartile Q_1 und Q_2, also $\frac{Q_1 + Q_2}{2}$, sowie den Variabilitätskoeffizienten $\frac{Q}{\text{Med.}}$ angegeben.

Leider liess sich eine allgemeine graphische Übersicht über den Verlauf der Periodizität nicht mit einer Darstellung der Gipfelverhältnisse vereinigen. Es mussten daher zwei verschiedene Arten von Kurven gezeichnet werden. Die eine ist derart konstruiert, dass für jede Zählung oder, bei gleichem Ergebnis in Bezug auf die Gipfelverhältnisse, für eine Reihe aufeinander folgender Zählungen (also für eine Phase) je eine Kurve gezeichnet wurde und zwar so,

1) Sources of apparent Polymorphism in Plants etc. Biometrika. Vol I, 1901—2. Cambridge p. 306.

dass die Varianten auf dem ursprünglichen Millimeterpapier in Abständen von 10 mm auf den Abszissen aufgetragen wurden, während der zu jeder Variante gehörige Prozentsatz der Köpfchen in dem betreffenden Punkte als Ordinate gezeichnet wurde (1 mm = 1 %).

Jeder Gipfelphase entspricht somit eine Kurve. Die Dauer der Phase ist jedoch sehr verschieden; bald umfasst sie nur wenige Tage, bald mehrere Wochen.

Genauer wäre es allerdings gewesen, wenn stets für jede einzelne Zählung auch eine Einzelkurve gezeichnet worden wäre, aber dann hätte die Übersichtlichkeit zu sehr gelitten.

Der allgemeine Charakter der periodischen Erscheinungen wird jedoch am besten durch die Medianen- oder Mittelwertskurven wiedergegeben. Diese wurden erhalten, indem die Data der aufeinander folgenden Zählungen auf der Abszissenaxe notiert wurden, wobei auf dem Millimeterpapier ein Tag einem Millimeter entsprach. Der Medianenwert jeder Zählung wurde an dem zugehörigen Punkte (Datum) als Ordinate errichtet, derartig, dass die Werte der Ganzvarianten auf der Ordinatenaxe einander in Abständen von 10 mm folgten.

Somit konnten die Zehntel noch ausgedrückt werden, während die Hundertstel unter 5 vernachlässigt, über 5 dagegen als Zehntel gerechnet wurden. Eine Genauigkeit, die für unsere Zwecke völlig genügte.

Melampodium divaricatum *D. C.*

Die vom botanischen Garten in Luik bezogene Saat wurde Anfang Mai direkt auf ein 1 Quadratmeter grosses Beet im Leidener Hortus ausgesät. An 20 starken Pflanzen wurden 13 Zählungen vorgenommen, die in der zweiten Hälfte Juli angefangen und bis Anfang November, wo der Frost eintrat, fortgesetzt wurden.

TABELLE 1.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total.	Med.	Q	Q / Med.
28 Juli	Endst.		2	13	30	**70**	58	23	12			208	9,98	0,80	0,08
6 Aug.	Endst.	1	3	19	50	**101**	88	74	25	6		367	10,61	0,99	0,09
13 „	End.- u. Seitst.			8	65	**94**	84	66	25	1		343	10,55	0,98	0,09
23 „	Seitst.			7	180	**252**	225	150	50	4	1	869	10,48	0,91	0,09
31 „	„		1	6	96	**156**	133	93	38			523	10,52	0,91	0,09
6 Sept.	„		1	27	98	**141**	102	54	20	2		445	10,18	0,85	0,08
16 „	„		2	9	131	**235**	129	87	33	1		627	10,23	0,83	0,08
21 „	„			16	61	**154**	85	65	30	1		412	10,34	0,86	0,08
28 „	„		1	5	65	**165**	91	74	51	1		453	10,44	0,96	0,09
10 Okt.	„			3	30	**160**	80	79	48			400	10,59	0,96	0,09
20 „	„			10	36	**130**	80	60	37	1		354	10,51	0,91	0,09
27 „	„			15	53	**142**	55	41	34	1		341	10,22	0,85	0,08
8 Nov.	„			2	15	**74**	36	18	10			155	10,31	0,70	0,07
		1	10	140	910	**1874**	1266	884	413	18	1	5497			

Mittlerer Wert der Medianen: 10,38.

Nach Mac Leod [1]) lassen sich die Kompositen in Bezug auf die Neigung, Fibonacci-Zahlen zu bilden, in 3 Gruppen einteilen. Ein Blick auf Tabelle 1 genügt, um uns davon zu überzeugen, dass *Melampodium div.* zur ersten

1) Bot. Jaarboek (*Dodonaea*). 1907, 13. Jaargang, p. 95.

dieser drei Gruppen gerechnet werden muss, bei welcher eine der Fibonacci-Zahlen mehr oder weniger vollkommen fixiert zu sein scheint, wie z. B. bei einigen *Senecio-* [1]) und *Calliopsis*-Arten.

Allerdings ist es De Bruijker [2]) gelungen, neben der gewöhnlichen 8-strahligen Rasse von *Calliopsis bicolor* noch eine 13-strahlige zu züchten. Er betrachtet diese jedoch als echte Mutante, die plötzlich entstanden ist und konstant bleibt.

Melampodium div. ist nicht nur durch einen konstanten Gipfel bei 10 ausgezeichnet, sondern auch dadurch, dass das Verhältnis der Plus- und Minusabweicher während der ganzen Blütezeit so gut wie unverändert bleibt und zwar mit einer kleineren oder grösseren Mehrheit an der Plusseite (Vergl. Fig. 1). Das lässt sich auch an den Medianwerten erkennen, die, mit Ausnahme der ersten Zählung, stets zwischen 10 und 10,6 schwanken. Die Kurve der Mittelwerte ergibt denn auch eine im allgemeinen horizontale Linie (Fig. 2).

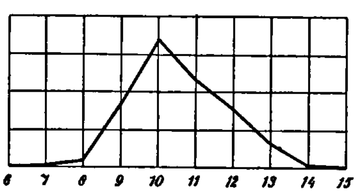


Fig. 1.

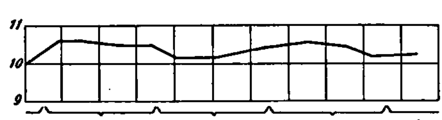


Fig. 2.

Der Einfluss der Saison ist also bei dieser Art gleich Null.

Cosmos sulphureus *Cav.*

verhält sich in Bezug auf die Gipfelkonstanz und die

1) Bot. Jaarboek (*Dodonaea*). 1907, 13. Jaargang p. 95.
2) Handel. v. h. twaalfde Vlaamsch Nat. en Geneesk. Congres, gehouden te St. Niklaas. 1908, Sept.

Unempfindlichkeit gegen Saison-Einflüsse wie die vorige Art, gehört somit wie diese zu den Kompositen I. Grades nach Mac Leod.

Die Saat stammt aus dem botanischen Garten in Tübingen und wurde im April in Töpfen ausgesät. Ende Mai wurden die jungen Pflanzen in gedüngte Erde im eigenen Garten ausgepflanzt und gelangten Anfang August zur Blüte.

Die Zählungen wurden bei dieser Art insofern anders ausgeführt als bei allen andern, als im Ganzen nur 3 Mal, am Anfang, in der Mitte und am Ende der Blütezeit eine Zählung der Strahlblüten vorgenommen wurde. Bei der grossen Gipfelkonstanz dieser Art und der sehr kleinen Anzahl von Varianten erschienen fortlaufende Zählungen nicht notwendig.

TABELLE 2.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Anzahl der Strahlblüten.				TOTAL.
		5	6	7	8	
12 Aug. . .	Endst.	**237**	28	10		275
4 Sept. . .	Seitst.	**563**	31	9	1	604
5 Nov. . . .	Seitst.	**189**	12	1		202
		989	71	20	1	1081

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, sind Minusabweicher überhaupt nicht vorhanden und von den 1081 gezählten Köpfchen entsprechen nahezu 1000 der Fünfzahl.

Cosmos sulph. ist ein neues Beispiel für den Fall einer typischen halben Galton-Kurve (Fig 3).

Wie bei der vorigen Art lässt sich also auch bei dieser keine Spur einer Blühperiodizität feststellen, ebenso unwahrscheinlich ist es, dass künstliche Veränderung der Umgebung allein genügen würde, um die Gipfelkonstanz zu erschüttern. Nicht ausgeschlossen erscheint es jedoch, dass sich durch Selektion eine Form mit höherem Gipfel erzielen liesse.

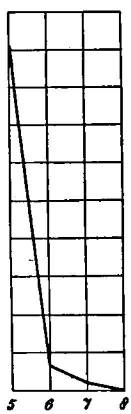


Fig. 3.

In diesem Falle würde sich die einseitige Galton-Kurve, wie De Vries[1]) dies z. B. für *Ranunculus bulbosus* bewiesen hat, in eine symmetrische Kurve verwandeln.

Eine noch stärker ausgeprägte Konstanz des Gipfels beobachtete ich bei *Cosmos hybridus.* Von Hunderten von Blütenköpfchen, die ich im Laufe des Sommers auszählte, wich ein einziges von der charakteristischen 8-Zahl ab und zeigte 9 Strahlblüten. Ob die Gipfelkonstanz nur für eine Art oder auch für eine ganze Gattung ein besonderes Merkmal abgeben könnte, ist eine Frage, die einer näheren Untersuchung vielleicht wert wäre.

Zinnia Haageana *Rgl.*

In der ersten Hälfte des Mai wurde die Saat (bot. Garten Tübingen) direkt auf ein 1 m^2 grosses Beet im Leidener Hortus ausgesät. Die dicht aufkommenden Pflanzen blühten von Mitte Juli bis zum Eintritt des Frostes Anfang November.

1) Over halve Galton-curven als teeken van discontinuë variatie. Botanisch Jaarboek (*Dodonaea*) 1895. 7. Jaargang, p. 11—17.

TABELLE 3.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.													Total.	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
20. Juli	Endst.		2	36	**45**	22	18	9	10						142	9,23	2,15	0,11
3. Aug.	End- u. Seitst.			10	26	**33**	28	31	**42**	4	1				175	11,18	1,42	0,13
13. „	Seitst.			13	22	29	36	42	**83**	7	4				236	11,93	1,30	0,10
29. „	„			14	30	39	55	59	**89**	8	5	2	1	1	303	11,73	1,26	0,11
13. Sept.	„			22	37	38	24	39	**53**	2	1	1			217	10,98	1,59	0,14
28. „	„		4	51	**55**	43	28	30	22	1	1				235	9,68	1,31	0,13
17. Okt.	„	1	12	**62**	48	20	8	7	10						168	8,69	0,84	0,09
4. Nov.	„	2	1	**52**	33	20	8	6	5						127	8,75	0,90	0,10
		3	19	260	**296**	244	205	223	**314**	22	12	3	1	1	1603			

Mittlerer Wert der Medianen: 10,27.

Da die einzelnen Köpfchen sehr lange in Blüte blieben, genügten 8 Zählungen, um die Art der Periodizität festzustellen. Wie bereits Tabelle 3 erkennen lässt, sind 5 verschiedene Phasen zu unterscheiden und zwar: eine eingipflige (9), eine zweigipflige (10 u. 13) und drei aufeinanderfolgende eingipflige (13, 9, 8). Bei der graphischen Darstellung (Fig. 4) sind denn auch der Übersichtlichkeit wegen die zusammengehörigen Zählungen vereinigt und nur die für die 5 Phasen charakteristischen Kurven gezeichnet worden (Fig. 4).

Die ausschliesslich endständigen, bis zum 20. Juli auf-

blühenden Köpfchen ergaben einen Gipfel bei 9 (Fig. 4 I) und eine Neigung nach rechts. Im folgenden Zeitraum, vom 20. Juli bis zum 3. August, liefert ein Gemisch von end- und seitenständigen Köpfchen einen Nebengipfel bei 10 und einen Hauptgipfel bei 13 (II). In der Hauptperiode, vom 3. Aug. bis zum 13 Sept., wo ausschliesslich Köpfchen höherer Ordnung zur Zählung gelangen, ergeben diese einen einzigen Gipfel bei 13 (III). Hiermit ist der höchste Gipfelstand erreicht. Die grosse Anzahl der Minusabweicher lässt jedoch bereits vermuten, dass die Medianen auch für diesen Zeitraum einen viel niedrigeren Wert als 13 ergeben müssen, nämlich 11,93, 11,73 und 10,98; es findet somit bereits eine Rückbewegung statt. Zwischen dem 13. und 28. Sept. verschwindet der Gipfel bei 13 gänzlich und es entsteht ein niedrigerer bei 12 und ein höherer Doppelgipfel bei 8—9. Man könnte diese Phase (IV) bereits ihrer Kürze wegen als einen Übergang bezeichnen; die folgende (V) mit sehr ausgesprochenem Gipfel bei 8 trägt dagegen mehr den Charakter einer Dauerphase. Da diese vom 28. Sept. bis zum 4. Nov. anhielt, bei Eintritt des Frostes jedoch noch nicht sämtliche Pflanzen ausgeblüht hatten, lassen sich über ein event. Auftreten noch niedrigerer Gipfel nur Vermutungen anstellen. Die Werte der Medianen sind in der letzten Blüteperiode nicht mehr gefallen.

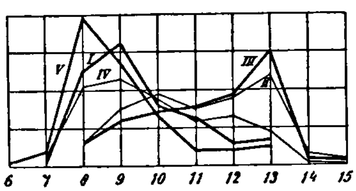


Fig. 4.

Fig. 5 liefert uns den gesuchten Beweis, dass in der Tat Fälle vorhanden sind, wo die Blüteperiodizität sich in einer ganzen, zweiseitigen Kurve ausdrücken lässt. Die erste, steil ansteigende Periode dauert bis zum 13. Aug. und geht dann in eine andere, langsam fallende über.

Die ausschliesslich endständigen Köpfchen ergaben am 20. Juli eine bedeutend niedrigere Mediane als die seitenständigen am 13. August. Da die Pflanzen sich von Anfang an in guter Gartenerde kräftig entwickelten, ist es sehr unwahrscheinlich, dass die Endköpfchen in der sensiblen Periode durch irgend welche nachteilige Einflüsse gelitten haben könnten. Das ganze Verhalten dieser Kultur machte im Gegenteil einen sehr normalen Eindruck.

Die vorkommenden Gipfelzahlen 8 und 13 gehören den Hauptzahlen der Fibonacci-Reihe an; 10 als Multiplum von 5 tritt ebenfalls häufig auf bei den Kompositen, während die in zwei Phasen wiederkehrende Zahl 9 nur von denjenigen zur Fibonacci-Reihe gerechnet wird, die sie als Nachbarzahl von 8 oder als Triplum von 3 noch gelten lassen wollen.

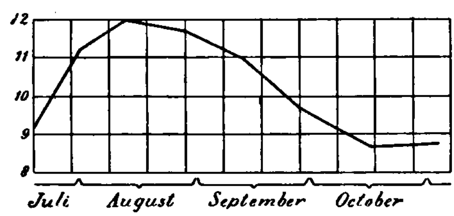


Fig. 5.

Zinnia tenuiflora *Jacq.*

Die vom botanischen Garten in Tübingen bezogene Saat wurde Anfang Mai in gedüngte Gartenerde ausgesät; am 9. Juli wurde an etwa 50 Pflanzen mit der Zählung begonnen. Von dem wechselvollen Bild, das die Blüteperiodizität bei dieser Art zeigt, gibt bereits Tabelle 4 eine Vorstellung.

T a b e l l e 4.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.																		Total.	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
9. Juli	Endst.			2	29	31	**37**	24	10	4	2									139	9,70	1,05	0,11
31. „	Seitst. u. Endst.			1	5	9	9	11	13	16	22	**24**	16	9	6	7	1	1	1	151	14,02	1,99	0,14
14. Aug.	Seitst.				2	4	2	11	15	**40**	29	32	**33**	17	17	6	—	4	3	215	14,48	1,65	0,11
1. Sept.	„				8	18	18	**47**	36	**56**	45	46	23	16	2	4	3			322	13,11	1,75	0,13
14. „	„			1	18	21	22	**28**	20	**38**	29	9	9	—	3					198	11,95	1,79	0,15
29. „	„	1	8	15	35	47	**56**	37	28	39	17	8	2	1	—	2				296	10,07	1,75	0,17
14. Okt.	„	1	2	15	**44**	42	34	24	19	13	5	4	3							206	9,16	1,15	0,12
		2	10	34	141	172	178	**182**	141	**206**	149	123	86	43	28	19	4	5	4	1527			

Zinnia tenuiflora. Mittlerer Wert der Medianen: 11,78.

Es lassen sich 6 verschiedene Gipfelphasen unterscheiden. Fig. 6. Die ansteigende Periode dauerte über einen Monat und umfasste nicht nur die Zeit, wo die endständigen Köpfchen gezählt wurden, sondern auch die, wo ausschliesslich seitenständige zur Blüte kamen.

Während der Gipfel in der ersten Phase bei 10 liegt, erscheint er in der zweiten plötzlich bei 15. In der dritten

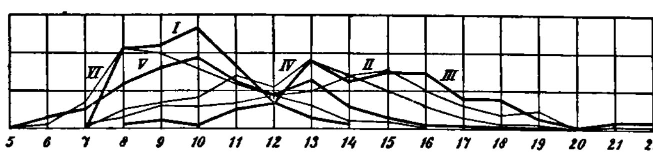


Fig. 6.

glaubt man gleichzeitig zwei Bewegungen, in die positive und in die negative Richtung, zu verspüren; es tritt denn auch ein spitzer Gipfel bei 13 und ein flacher bei 15—16 auf. Hiermit ist der Höhepunkt der periodischen Bewegung erreicht. In der folgenden, einen Monat dauernden Phase, werden zwei Gipfel bei 11 und 13 gebildet; in der vorletzten tritt, wie zu Anfang, ein Maximum bei 10 auf und die letzte ist durch einen noch niedrigeren Gipfel bei 8 charakterisiert.

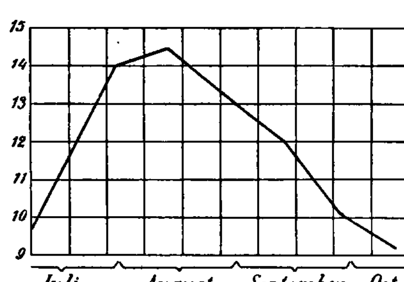


Fig. 7.

Der allgemeine Verlauf der Periodizität wird wiederum durch eine g a n z e, z w e i s c h e n k e l i g e Kurve dargestellt (Fig. 7), wobei der linke Schenkel steiler ist als der rechte. Ein Vergleich dieser Kurve mit der entsprechenden für *Zinnia Haageana* (Fig. 5) zeigt, dass die Periodizität im

Ganzen bei beiden Arten sehr ähnlich verläuft, nur ist die Kurve bei ersterer steiler und höher, weil der höchste Medianwert dort 14,48, hier nur 11,93 beträgt.

Nur die Gipfelzahlen 8 und 13 gehören den Hauptzahlen der Fibonacci-Reihe an; die Zahlen 10, 15 und 16 sind nur als Multipla der Hauptzahlen zur Fibonacci-Reihe zu rechnen, während die Zahl 11 gänzlich ausserhalb dieser Reihe liegt.

Anthemis cotula *L.*

Anfang Mai wurde die Saat (bot. Garten Lüttich) im Versuchsgarten auf ein 1 Quadratmeter grosses Beet in stark gedüngte Erde ausgesät. Da bei dieser Art die Strahlblüten sehr oft fehlschlagen, musste ein Teil der Köpfchen unberücksichtigt bleiben, was jedoch auf das Gesamtbild der Periodizität keinen Einfluss gehabt zu haben scheint. Im Laufe von 4 Monaten wurden an 15 Tagen die Strahlblüten von 3863 Köpfchen gezählt. Als Ergebnis lassen sich in Hauptsache 5 verschiedene Blütephasen erkennen, von sehr verschiedener Zeitdauer. Bei der graphischen Darstellung dieser Phasen sind wiederum die Zählungen mit gleichem Ergebnis in Bezug auf die Gipfelverhältnisse zusammengefasst worden (Fig. 8). Dass

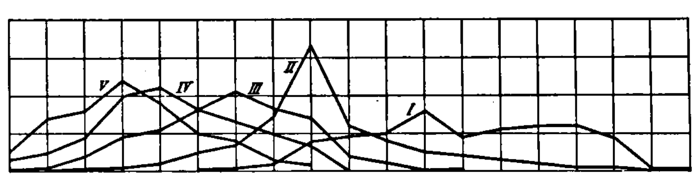


Fig. 8.

ein Stillstand in der periodischen Bewegung in Wirklichkeit nur selten stattfindet, bei dieser Art unter den gegebenen Umständen 2 Mal, darüber klärt uns die Kurve der Medianen auf, Fig. 9.

Tabelle 5.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total.	Med.	Q	Q/Med.
29. Juni	Endst.							1	–	12	14	12	**15**	10	11	9	8	8	–	2	102	16,30	1,87	0,11
2. Juli	„								2	7	11	12	**17**	8	11	**17**	14	12	–	2	113	17,43	2,15	0,12
14. „	End- u. Seitst.							1	5	6	5	14	**30**	15	23	21	16	11			147	17,33	1,67	0,60
19. „	„								3	24	26	22	**39**	23	22	25	36	28	4		252	17,00	2,36	0,14
24. „	Seitst.					1	1	2	12	**79**	62	57	40	35	34	34	26	10	1		394	15,20	2,07	0,14
30. „	„				1	–	3	12	29	**116**	62	48	36	26	24	17	7	9	1		391	14,06	1,22	0,09
3. Aug.	„				6	6	21	35	64	**185**	51	40	21	18	15	2	6				470	13,05	0,96	0,07
10. „	„		1	1	**7**	20	38	42	82	**171**	48	24	11	6	1	2					454	12,71	0,91	0,05
14. „	„			1	9	24	33	51	72	**115**	30	17	8	2	3	1					366	12,33	1,12	0,09
30. „	„		1	–	8	14	24	36	84	**136**	38	4	9	2	2						358	12,58	0,72	0,06
9. Sept.	„	2	3	13	31	35	53	**69**	53	46	14	6	0	2							327	10,88	1,40	0,12
17. „	„	5	10	17	39	**43**	30	15	19	13	1										192	9,08	1,70	0,19
28. „	„	9	20	17	**22**	19	11	10	5	1											114	8,00	1,47	0,18
13. Okt.	„	5	16	22	**31**	16	13	7	4	4											118	8,01	1,26	0,16
27. „	„	1	4	8	**20**	19	5	5	3												65	8,47	0,71	0,08
		22	55	79	174	197	232	286	437	**915**	362	256	226	147	146	128	113	78	6	4	3863			

Anthemis cotula. Mittlerer Wert der Medianen: 13,33.

Die erste Phase (29. Juni—19. Juli) Fig. 8 I, umfasst 4 Zählungen an zum grössten Teil endständigen Köpfchen Die Kurve zeigt einen Hauptgipfel bei 16 und einen bogenförmigen rechten Schenkel, der eine grosse Anzahl positiver Abweicher andeutet.

Vom 19. Juli bis zum 30. August ergaben 6 Zählungen stets den gleichen Gipfel bei 13; die Kurve (II) dieser Phase ist denn auch symmetrisch, mit scharf ausgeprägtem Gipfel. Es folgen zwei kurze Phasen mit Gipfeln bei 11 resp. 9 (Kurve III u. IV). Sie führen zur letzten, wiederum konstanten Phase mit Gipfel bei 8 (Kurve V). Diese dauerte vom 17. Sept. bis zum völligen Ausblühen der Pflanzen, Ende Oktober. Die letzten Köpfchen waren nur etwa halb so gross wie die ersten.

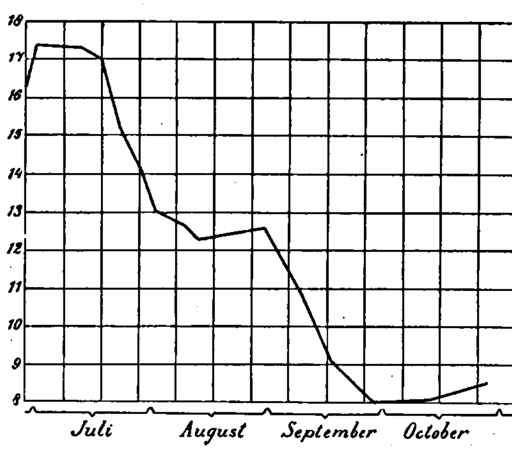


Fig. 9.

Werfen wir noch einen Blick auf die Kurve der Medianen (Fig. 9), so sehen wir, dass die ersten Zählungen ausschliesslich endständiger Köpfchen ein Anwachsen des Durchschnitts der Strahlblüten anzeigen. Darauf tritt beinahe ein Stillstand ein (bis 14. Juli), dann aber während eines Monats ein schnelles Fallen, trotz eines konstant bleibenden Gipfels bei 13, bis Mitte August wiederum ein Stillstand, sogar unbedeutender Aufstieg, zu verzeichnen ist. In den

Phasen mit Gipfeln bei 11 und 9 fallen die Medianen ununterbrochen, bis die letzte Dauerphase mit Gipfel bei 8 erreicht ist. Hier tritt wiederum Stillstand ein. Der leichte Aufstieg beruht wahrscheinlich darauf, dass die letzte Zählung eine zu kleine Anzahl Köpfchen umfasste.

Für die Blütezeit von *Anthemis cotula* sind also 3 verschiedene Gipfel, bei 16, 13 und 8, entsprechend drei verschiedenen Dauerphasen, charakteristisch. Die Gipfel bei 11 und 9 sind von kurzer Dauer und treten nur in den Übergangsphasen auf.

Die beiden ersten Hauptphasen mit Gipfeln bei 16 und 13 gehen plötzlich in einander über; es kommt nicht zur Bildung eines Zwischengipfels. Der Gipfel bei 13 überspringt die Zahl 12 und verwandelt sich in einen Gipfel bei 11 (keine Fibonacci-Zahl). Die sonst häufig vorkommende Zahl 10 wird wiederum übersprungen und ein Gipfel bei 9 (nur als Dreifaches von 3 zur Fibonacci-Reihe gehörig) gebildet.

Ein Blick auf die Zahlentabelle zeigt sehr anschaulich die Verschiebung oder Wanderung der Frequenz von rechts nach links. Nur in den letzten Phasen wird bei der Variante 5 Halt gemacht.

Calendula arvensis *Linn.*

Von dieser Art gelangten drei verschiedene Kulturen zur Zählung und zwar jede von anderer Herkunft. Die Saat von Gruppe A stammte aus dem botanischen Garten in Karlsruhe und wurde Anfang Mai auf völlig ungedüngtem und seit Jahren brachliegendem Boden im eigenen Garten ausgesät. Das etwa 1 m^2 grosse Beet stand im Halbschatten. Die Saat von Gruppe B war aus dem botanischen Garten in Tübingen bezogen worden, die von Gruppe C aus Portici bei Neapel. Die Aussaat von B

TABELLE 6.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.																						Total.	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		5	6	7	3	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
1. Juli.	Endst.									**2**	–	–	–	3	1	4	8	**20**	3					41	20,62	0,80	0,04
4. „	„													4	4	7	10	**21**	4	1				51	20,52	0,98	0,05
11. „	End- u. Seitst.												1	3	3	6	12	**68**	26	11	5	3	2	140	21,16	0,66	0,03
19. „	Seitst.												3	7	16	15	30	**81**	28	10	14	2	2	208	20,91	0,89	0,04
28. „	„									2	3	7	16	14	27	30	49	**80**	25	17	12	5		287	20,41	1,37	0,07
7. Aug.	„						1	2	3	**31**	14	13	**61**	32	30	32	31	36	12	5	2			305	19,81	2,06	0,11
14. „	„							5	1	**19**	11	15	**26**	21	24	23	16	23	9	–	1			194	17,45	2,10	0,12
10. Sept.	„					1	3	11	10	**29**	17	9	**27**	10	4	6	11	3	4					145	14,67	1,89	0,13
16. „	„					5	9	8	7	**32**	9	9	12	3	6	5	4	4						113	13,36	1,88	0,14
21. „	„		2	1	6	1	3	6	7	7	5	4	**8**	–	–	–	2	3						55	12,71	2,34	0,18
28. „	„	2	–	2	4	3	4	4	1	**8**	1	3	5	4	2	1	–	2						46	12,87	3,19	0,24
		2	2	3	10	10	20	36	29	**130**	60	60	**159**	101	117	129	173	**341**	111	44	34	10	4	1585			

Calendula arvensis. Mittlerer Wert der Medianen: 17,68.

und C fand Anfang Mai im Versuchsgarten statt, auf 1,5 m² grosse Beete in stark gedüngte Gartenerde. Sie standen in voller Sonne.

Im folgenden soll nur A ausführlich behandelt, B und C aber vergleichsweise herangezogen werden.

Gruppe A.

Die Pflanzen dieser Gruppe begannen Ende Juni zu blühen und die Zählungen dauerten vom 1. Juli bis zum 28. September.

Calendula arv. ist durch zwei Haupt-Blütephasen charakterisiert, wie bereits die Zahlentabelle erkennen lässt. Die erste dauert von Ende Juni bis Ende Juli (28. Juli) und zeichnet sich durch einen scharfen Gipfel bei 21 aus (Fig. 10 Kurve I); die zweite (II) dauert doppelt so lange, von Ende Juli bis Ende September, und stellt eine polymorphe Kurve dar mit Gipfeln bei 16 und 18. Der Übergang von der ersten in die zweite Phase vollzieht sich ganz

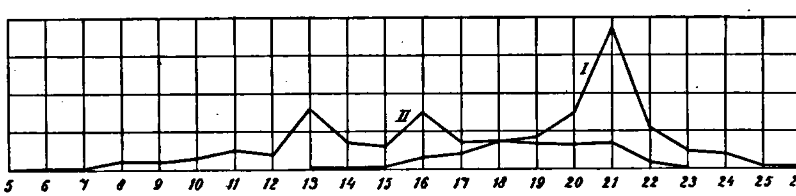


Fig. 10.

plötzlich, in wenigen Tagen. Bemerkenswert ist jedoch, dass trotz dieses Verspringens der Gipfel die Periodizität gerade in diesem kritischen Zeitpunkte gleichmässig und stetig fortschreitet, denn die Mediane beträgt am 28 Juli, also noch in der Phase mit Gipfel bei 21, 20,41 und am 7 Aug., am Anfang der zweiten Hauptphase, noch stets 19,81. Die Differenz der Medianen beträgt somit nur 0,6, und ist bedeutend kleiner als zwischen den Zählun-

gen vom 7. und 14. August, wo sie bis zu 2,3 steigt, trotz der Konstanz der Gipfel. Der vorliegende Fall ist bezeichnend für die Art und Weise, in welcher die Periodizität vorwärtsschreitet. Betrachten wir nämlich die Frequenzen der Zählung vom 28 Juli, so sehen wir, dass die Zahl der negativen Abweicher stark zugenommen hat. Dann (7 Aug.) erfolgt die sprungweise Änderung der Gipfel, wobei, im Gegensatz zum vorigen Verhalten, gerade die positiven Abweicher in der Überzahl sind. Während nun in der ganzen folgenden Hauptphase die Gipfel unverändert bleiben, findet trotzdem eine stetige Wanderung der Frequenz im negativen Sinne statt.

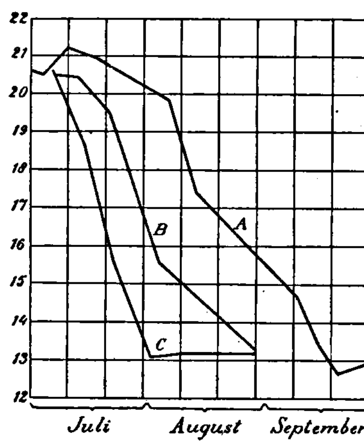


Fig. 11.

Die Kurve der Medianen (Fig. 11 A) verzeichnet ganz am Anfang ein unbedeutendes Sinken, woran vermutlich die ungenügende Anzahl der untersuchten Köpfchen Schuld ist. Gleich darauf findet bis zum 19. Juli ein regelmässiges Aufsteigen statt. Von diesem Zeitpunkte an fällt die Kurve ununterbrochen bis zum Schluss der Blütezeit, wo, vermutlich wieder infolge der zu kleinen Anzahl der gezählten Köpfchen (46), ein übrigens bedeutungsloses Aufsteigen zu beobachten ist.

Die drei bei *Cal. arv.* auftretenden Gipfelzahlen 21, 16 und 13 gehören alle der Fibonaccireihe an; die erste und letzte der Hauptreihe, die mittlere als Zweifaches von 8 der Nebenreihe.

Gruppe B.

Bei dieser und der folgenden Gruppe fanden die Zählungen nicht in so fortlaufender Weise statt wie bei der ersten. Der etwas späte Anfang der Zählung, wobei die ausschliesslich endständigen Köpfchen nicht mehr einbegriffen werden konnten, ist vielleicht die Ursache, dass die Medianen am Anfang kein Anwachsen der Anzahl Strahlblüten erkennen lassen, wie bei Gruppe A. Im übrigen sind die bei B und C vorgenommenen Zählungen zahlreich und gross genug, um uns von den Gipfelverhälltnissen und dem allgemeinen Verlauf der Periodizität ein zuverlässiges Bild zu geben. Der Kürze halber sind die Zahlentabellen von B und C nur in einem Auszug wiedergegeben worden.

TABELLE 7.

Gruppe B.

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
8. Juli	225	20,51	21
14. „	258	20,45	21
22. „	576	19,50	20
3. Aug.	306	15,65	16
12. „	277	14,92	16 u. 13
30. „	38	13,36	13
	1680		

Während bei Gruppe A auf einen Gipfel bei 21 direkt zwei andere bei 16 und 13 folgten, sehen wir hier einen Übergangsgipfel bei 20 auftreten. Auch bei der folgenden Gruppe erscheint die Zahl 20, hier allerdings als Doppelgipfel 20—21. Im übrigen erscheinen in allen drei Gruppen

dieselben Gipfelzahlen, nämlich 21, 16 und 13, nur kommen diese Zahlen bei jeder Gruppe in etwas anderer Kombination vor.

TABELLE 8.

Gruppe C.

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
7. Juli	204	20,59	21
15. „	238	18,72	21
23. „	400	15,75	20—21, 16, 13
2. Aug.	305	13,07	16 u. 13
13. „	512	13,20	13
30. „	419	13,20	13
	2078		

Auffallend ist hier das gleichzeitige Auftreten von drei Gipfeln, sowie die lang dauernde Phase mit einem einzigen Gipfel bei 13.

Der Verlauf der Periodizität ist aber im Allgemeinen bei allen drei Gruppen gleich; die Kurven der Medianen laufen denn auch im ganzen mittleren Teil ungefähr parallel (Fig. 11).

Bemerkenswert ist jedoch die grosse Differenz in den absoluten Werten der Medianen. Die Pflanzen der Gruppe A brachten während der ganzen Blüteperiode Köpfchen mit einer höheren Anzahl Strahlblüten hervor, als die der anderen Gruppen. Nun ist dies eine Erscheinung, die, wie wir sehen werden, sehr gut mit den bei *Laya platyglossa* und *Dimorphoteca pluvialis* erhaltenen Resultaten übereinstimmt. Auch diese Arten ergaben, auch bei Saat von gleicher Herkunft, im eigenen Garten eine weit

grössere Anzahl Strahlblüten als im Versuchsgarten. Es ist sehr wohl möglich, dass der in letzterem seit mindestens 30 Jahren angewandte ausschliessliche Gebrauch von tierischem Düngstoff einen Überfluss an Stickstoffnahrung und eine Verarmung an Phosphaten und anderen Aschenbestandteilen zur Folge gehabt hat, was für die Blütenbildung von nachteiligem Einfluss sein könnte. Durch die alljährliche Entfernung der ausgeblühten Pflanzen im Versuchsgarten sind die mineralischen Baustoffe dem Boden regelmässig entzogen worden, während im eigenen Garten infolge des langjährigen Brachliegens ständig Gründüngung stattgefunden hat, die für die Blütenbildung vermutlich von günstigem Einfluss gewesen ist.

Nun ist der Einwand zwar sehr berechtigt, dass der Unterschied der Mittelwerte in den verschiedenen Gruppen in der Verschiedenheit der Herkunft der Saaten begründet sein könnte. Hierfür scheint auch die Tatsache zu sprechen, dass auch die im selben Versuchsgarten gewachsenen Kulturen B und C eine wenn auch kleinere Differenz in den Mittelwerten aufweisen. Die Möglichkeit ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass der Boden im Versuchsgarten einige lokale Verschiedenheiten aufweist. Die betreffenden Beete befanden sich in einer Entfernung von 16 Metern und tatsächlich machte sich bereits bei der Aussaat eine lokale Verschiedenheit in der Härte (Lehmgehalt) des Bodens bemerkbar.

Zwei Möglichkeiten stehen also offen und eine Entscheidung könnten nur neue, spezielle Kulturversuche herbeiführen.

Auffallend bleiben jedoch die hohen Werte, welche die Medianen von Gruppe A ergaben; sie stimmen, wie bereits erwähnt, mit den bei den folgenden Arten erhaltenen Ergebnissen vollständig überein.

Verhalten der Periodizität bei drei heterokarpen Kompositen.

1. Laya platyglossa.

Obige Art sowie die beiden folgenden, *Sanvitalia procumbens* und *Dimorphotheca pluvialis,* kultiviere ich seit einigen Jahren, um zu untersuchen, ob die aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen eine höhere Anzahl Strahlblüten in den Köpfchen hervorbringen als die aus den Scheibenfrüchten hervorgegangenen und, wenn dies der Fall, ob sich diese Eigenart im Lauf der Generationen steigern lässt. Da meiner Erfahrung nach auch für diese Untersuchung lückenlos auf einander folgende Zählungen erforderlich sind, konnten diese gleichzeitig auch zur Beantwortung der uns hier beschäftigenden Frage beitragen.

Die Rand- und Scheibenfrüchte sind bei *Laya plat.* leicht zu unterscheiden, da erstere von den Hüllblättern eingeschlossen werden, letztere dagegen frei bleiben.

Im Jahre 1909 wurde die erste getrennte Aussaat einer Partie Rand- und Scheibenfrüchte vorgenommen, welche eine *Laya*-Gruppe des botanischen Gartens 1908 geliefert hatte. Diese erste Generation wird in einem späteren Abschnitt vergleichsweise behandelt werden; betrachten wir im Folgenden dagegen das Verhalten der Periodizität bei der zweiten Generation, welche durch regelmässigere Zählungen genauer untersucht worden ist als die erste.

Anfang Mai 1910 wurden im Versuchsgarten die Rand- und Scheibenfrüchte der zweiten Generation wiederum getrennt ausgesät, auf 1 × 1,5 M^2. grosse Beete, in einer Entfernung von etwa 12 Metern.

Der erste Unterschied, der sich im Verhalten der Rand- und Scheibenfrüchte merkbar machte, bestand darin, dass erstere, als Gruppe A bezeichnet, etwa 14 Tage später

keimte als letztere, Gruppe B. Die gleiche Erscheinung wurde von Correns [1]) bereits bei *Dimorphoteca pluvialis* beobachtet und ist im vorliegenden Fall vielleicht auf den Umstand zurückzuführen, dass die Keimung der Randfrüchte durch den Widerstand, welche die Durchbrechung der Hülle verursacht, eine Verzögerung erleidet. Diese hat nun eine Verschiebung aller von der Periodizität durchlaufenen Phasen zur Folge, sodass die aus den Scheibenfrüchten hervorgegangenen Pflanzen 14 Tage früher zu blühen anfangen als die entsprechenden der Randfrüchte. Bei letzteren dagegen dauert die Blütezeit etwa 2—3 Wochen länger als bei ersteren.

Betrachten wir zuerst den Verlauf der Periodizität bei den Gruppen A und B gesondert.

Die Zahlentabelle 9 von A lässt inbezug auf die Gipfelbildung 3 Phasen erkennen, zwei Haupt- und eine Nebenphase. Die erste dauert von Anfang Juli bis Anfang August und zeichnet sich durch einen Gipfel bei 13 aus, die zweite, von 2. bis 11. August, bildet als Übergang ausser dem Gipfel bei 13 einen zweiten bei 10 und die letzte, 2 Monate dauernde Phase, ist durch einen sehr scharf ausgeprägten Gipfel bei 8 charakterisiert.

Fig. 12 zeigt die graphische Darstellung dieser 3 Phasen. Der steile Gipfel bei I wiederholt sich gleichsam bei III, nur befindet sich der steil abfallende Schenkel das eine Mal an der positiven, das andere Mal an der negativen Seite. Bei Kurve II ist zwar noch ein deutlicher Gipfel bei 13 zu unterscheiden, aber die grosse Masse der Abweicher bewegt sich bereits wellenförmig nach links, ohne jedoch einen scharfen Übergangsgipfel (bei 10 nur ein stumpfer Gipfel) zu bilden.

1) Das Keimen der beiderlei Früchte der *Dimorphoteca pluv.* Berichte d. deutsch. Bot. Gesellschaft 1906. Bd. XXIV, Heft 3. p. 173.

TABELLE 9.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.													Total	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
8. Juli.	Endst.					13	17	20	31	18	**56**	6	2	1	164	11,55	1,43	0,12
16. „	„				4	31	28	29	30	37	**95**	9	1		264	11,77	1,65	0,14
24. „	End- en Seitst.					9	14	21	25	47	**151**	22	3	2	294	12,70	0,80	0,06
2. Aug.	Seitst.					23	25	50	57	57	**150**	5	2		369	12,02	1,27	0,10
11. „	„			1	3	52	68	**79**	58	61	**93**	10			425	10,66	1,60	0,15
14. „	„				4	**62**	44	52	43	36	29	2	1		273	10,01	1,47	0,15
30. „	„		3	7	14	**185**	96	75	33	20	34	3	1		471	8,78	1,02	0,11
7. Sept.	„		4	5	19	**151**	56	48	21	19	22	3			348	8,47	1,07	0,13
20. „	„		7	14	29	**177**	78	32	23	15	18	3			396	8,34	0,81	0,10
1. Okt.	„		2	6	19	**124**	47	19	10	10	15	1	—	1	254	8,31	0,77	0,09
13. „	„	1	7	6	16	**164**	41	23	11	23	13	1			306	8,25	0,79	0,10
24. „	„		5	5	20	**105**	36	17	9	6	5				208	8,20	0,69	0,08
8. „	„		3	7	15	**60**	16	14	5	8	3				131	8,34	0,76	0,09
		1	30	51	143	**1156**	566	479	356	357	**684**	65	10	5	3903			

Laya platyglossa, Gruppe A. 1910.
(aus Randfrüchten gezogen).

Mittlerer Wert der Medianen: 9,77.

TABELLE 10.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.												Total.	Med.	Q	Med./Q
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
23. Juni.	Endst.			11	**196**	119	45	41	22	18	2			454	8,67	0,10	0,10
26. „	„	3	5	20	**266**	114	49	27	12	31	1			528	8,39	0,75	0,09
1. Juli.	End- u. Seitst.			5	**113**	96	90	63	59	**145**	17	3	1	542	10,41	1,90	0,18
7. „	„	1	1	—	36	47	47	49	69	**109**	6			365	10,52	1,34	0,12
13. „	„			1	54	61	64	53	47	**71**	4	1		356	10,46	1,58	0,15
16. „	Seitst.				53	54	54	47	64	**88**	4	1		365	10,96	1,19	0,11
20. „	„			1	57	58	63	71	52	**82**	2			386	10,70	1,55	0,14
24. „	„			4	102	**120**	106	69	**81**	**81**	1			564	10,03	1,49	0,15
1. Aug.	„	1	2	14	**252**	138	103	64	50	29	1			654	8,92	1,11	0,12
7. „	„	1	2	16	**226**	75	60	28	17	22	1			448	8,41	0,90	0,11
13. „	„	1	1	11	**172**	75	53	40	27	24				404	8,73	1,15	0,13
30. „	„		5	18	**218**	45	27	28	20	14	1			376	8,26	0,79	0,09
9. Sept.	„	7	13	32	**171**	34	32	16	8	7				320	8,13	0,67	0,08
21. „	„	11	15	39	**195**	24	21	7	6	1				319	7,98	0,41	0,05
4. Okt.	„	21	28	43	**154**	13	7	4	—	3				273	7,79	0,64	0,08
13. „	„	30	31	33	**135**	21	2	1	1					254	7,64	0,82	0,10
24. „	„	25	29	31	**113**	9	5	2						214	7,69	0,84	0,10
		101	132	279	**2503**	1103	828	610	535	**725**	40	5	1	6872			

Laya platyglossa, Gruppe B. 1910.
(aus Scheibenfrüchten gezogen). Mittlerer Wert der Medianen: 9,04.

Wenden wir uns der aus den Scheibenfrüchten hervorgegangenen Gruppe B zu, so zeigt uns bereits Tabelle 10 ein ganz anderes Bild.

Die erste Phase beginnt mit derselben Gipfelzahl, mit welcher die letzte endet, nämlich 8. In der nächsten Phase wird mit Konservierung der Zahl 8 plötzlich ein zweiter Gipfel bei 13 gebildet, mit dem Gruppe A sogleich einsetzt.

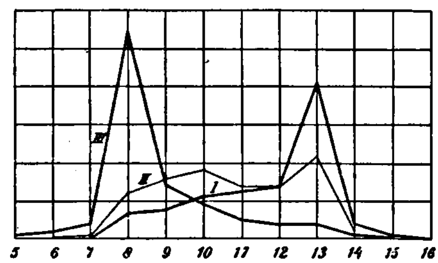


Fig. 12.

Erst in der dritten Phase tritt ausschliesslich ein Gipfel bei 13 auf; die negativen Abweicher sind aber so zahlreich, dass es, wie Kurve III Fig. 13 zeigt, zur Stufenbildung kommt. Ebenso asymmetrisch ist Kurve IV, welche den Zustand vom 24. August wiedergibt.

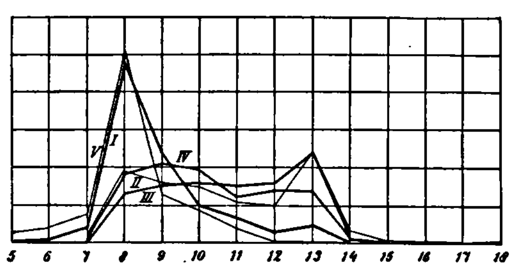


Fig. 13.

Die ganze, sehr lebhafte Gipfelwanderung vollzieht sich hier in nur 10 Tagen. Diese Zeit brauchte somit Gruppe B, um aus der einen Dauerphase (mit Gipfel 13) in die andere (mit Gipfel 8) überzugehen. Mitten in diesem Wanderzustand beobachteten wir einen Doppelgipfel bei 12—13 und einen noch höheren, stumpfen Gipfel bei 9. Bei A lag der Übergangsgipfel bei 10. Dieser Unterschied ist

bedeutungslos, denn wäre die Zählung bei B einen Tag früher oder bei A einen oder mehrere Tage später ausgeführt worden, so hätten wir wahrscheinlich ebenso gut das Umgekehrte feststellen können, nämlich bei A die Gipfelzahl 10 und bei B 9.

Vom 1. Aug. an treffen wir bei B die beinahe 3 Monate dauernde Periode mit Gipfel bei 8 an. Gruppe A tritt, dem späteren Beginn der Blütezeit entsprechend, erst 14 Tage später in diese Phase ein. Vergleichen wir die Zahlentabellen der beiden Gruppen in dieser letzten Phase, so fällt uns das verschiedene Verhalten ihrer Abweicher auf. Die Nachkommen der Scheibenfrüchte weisen mehr negative, die der Randfrüchte mehr positive Abweichungen auf,

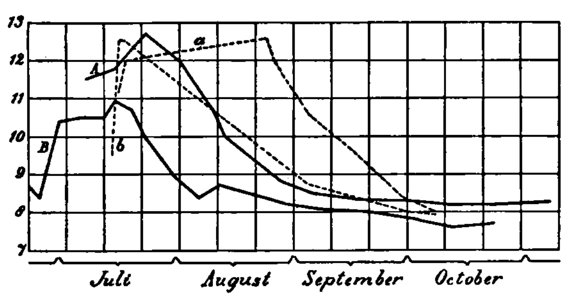


Fig. 14.

ein Verhalten, das auch in der Kurve der Medianen Fig. 14 zum Ausdruck kommt.

Diese bietet wiederum eine Übersicht über den allgemeinen Verlauf der Periodizität bei beiden Gruppen. Am meisten fallen die folgenden Unterschiede ins Auge: 1) die absoluten Werte der Medianen liegen bei A bedeutend höher als bei B, sodass die Kurven einander niemals kreuzen, 2) diese Differenz tritt zwischen Mitte Juli und Mitte August am stärksten hervor und erreicht gegen

Ende der letzten Blütephase ihren Minimalwert, 3) beide Kurven setzen nicht mit dem höchsten Wert ein, sondern steigen allmählich zu demselben an, wobei B tiefer beginnt als A, 4) die Verschiebung der einzelnen Blütephasen infolge der Differenz im Zeitpunkt der Keimung ist auch im Verlauf der Kurven wieder zu erkennen, wobei zum Schluss allerdings ein Ausgleich stattfindet, 5) die allgemeine Richtung der Kurven, somit auch die der periodischen Einflüsse, trägt bei beiden Gruppen denselben Charakter.

Die erste ansteigende Periode dauert bei Gruppe A kürzere Zeit als bei B, ein Verhalten, das sich auch bei den entsprechenden Gruppen von *Sanvitalia procumbens* vortut. Da die Wachstumsbedingungen für die betreffenden Kulturen augenscheinlich dieselben waren und sicher keine Veränderungen vorkamen, könnte dieser Unterschied dem zugeschrieben werden, dass das Vermögen, eine höhere Anzahl Strahlblüten hervorzubringen, bereits in den Keimen der Pflanzen von A vorgebildet gewesen ist.

Von den in beiden Gruppen vorkommenden Gipfelzahlen gehören 13 und 8 wiederum zur Hauptreihe des Fibonacci, 10 zur Nebenreihe, während die häufig bei den Kompositen auftretende Zahl 9 nur als Dreifaches von 3 noch mit der Fibonacci-Reihe in Verbindung steht.

Sanvitalia procumbens.

Auch bei dieser Art sind die Früchte der Strahlblüten von denen der Scheibenblüten äusserst verschieden; auf die zahlreichen Abänderungen der letzteren ist bei der Aussaat jedoch nicht geachtet worden, da es für den vorliegenden Zweck ja nur darauf ankam, die aus Strahlblüten hervorgegangenen Pflanzen von denen der Scheibenblüten zu trennen.

Im Herbst 1907 wurde von einer *Sanvitalia*-Gruppe des botanischen Gartens die Saat gesammelt und in den folgenden drei Sommern gelangten von den aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen stets nur die Randfrüchte zur Aussaat, von den aus Scheibenfrüchten gezogenen stets nur die Scheibenfrüchte. Die Aussaat fand stets im Versuchsgarten und am gleichen Tage statt.

Wir betrachten das Verhalten der beiden Gruppen A (Randfrüchte) und B (Scheibenfrüchte) wieder gesondert; sie gehören zur III. Generation 1910.

Der Zeitpunkt des Keimens und dem entsprechend des Auf- und Abblühens lag bei den beiden Gruppen dieser Art nicht so weit auseinander wie bei *Laya platyglossa* und, wie wir sehen werden, bei *Dimorphotheca pluvialis*.

Bei den aus den Randfrüchten hervorgegangenen Pflanzen trat allerdings auch diesmal die Blütezeit etwa 8 Tage später ein, aber in der Schlussperiode war überhaupt kein Unterschied mehr zu bemerken; die Köpfchen nahmen bei beiden Gruppen ständig an Grösse ab, bis die sehr ungünstig werdende Witterung dem Blühen ein Ende machte.

Die Zahlentabelle 11 überzeugt uns sogleich, dass die Zahl 13 als Gipfelzahl für Gruppe A eine grosse Festigkeit erlangt hat. Während 4 Monaten, der ganzen Blütedauer, ist der Gipfel bei 13 konstant geblieben, obgleich inzwischen eine sehr stetige und beinahe vollständige Verschie-

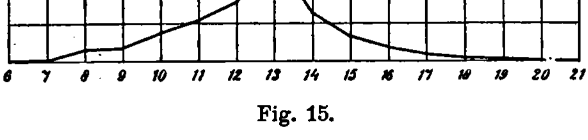


Fig. 15.

bung der Abweichungen von der positiven nach der negativen Seite stattgefunden hat, was auch deutlich an der

Tabelle 11.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total.	Med.	Q	Q/Med.
9. Juli.	Endst.				1	7	12	16	**52**	32	21	26	4	12	8	1		192	13,75	1,44	0,10
19. „	„			1	—	4	6	21	**63**	**64**	35	30	18	13	3			258	14,03	1,23	0,09
27. „	End- u. Seitst.					2	14	39	**76**	64	64	28	12	14	1	1		315	13,91	1,16	0,08
3. Aug.	Seitst.				5	10	32	44	**116**	69	60	31	18	7	2	1	1	396	13,42	1,14	0,08
12. „	„			3	2	18	76	93	**155**	121	62	27	12	5	2			576	13,12	1,11	0,08
31. „	„		1	14	20	55	59	107	**160**	66	21	10	4					517	12,51	1,08	0,08
17. Sept.	„			21	30	58	82	104	**119**	34	8	4	2					462	11,88	1,17	0,09
24. „	„		3	23	21	43	43	42	**86**	23	8	3	—	2				297	11,87	1,48	0,12
4. Okt.	„	1	1	27	27	70	65	65	**102**	13	3							374	11,44	1,35	0,11
27. „	„			30	41	40	35	49	**94**	8								297	11,55	1,60	0,13
		1	5	119	147	307	524	580	**1023**	484	282	159	70	53	16	3	1	3684			

Sanvitalia procumbeus, Gruppe A. 1910.
(aus Randfrüchten gezogen).

Mittlerer Wert der Medianen: 12,74.

Kolonne der Medianen abzulesen ist. Die Zahlentabelle erweckt hier den Eindruck, als ob eine gewisse Gipfelfestigkeit dem herabdrückenden Einfluss der Periodizität Widerstand böte. Diese Konstanz des Gipfels kommt denn auch in einer symmetrischen, eingipfligen Kurve zum Ausdruck. (Fig. 15).

In auffallendem Gegensatz hierzu steht Tabelle 12. Hier ist es gerade die Unstetigkeit der Gipfelverhälltnisse, die ins Auge springt.

Im Allgemeinen lassen sich, trotz einiger Schwankungen, 3 Phasen unterscheiden. In der ersten finden wir ein Maximum bei den Zahlen 10—11—12, mit 11 als Gipfelpunkt. Die Zahl 13 tritt bei den Strahlblüten dieser ausschliesslich endständigen Köpfchen ganz zurück (Fig. 16, I). Die vom 3. Juli bis zum 31. August dauernde Hauptphase (Fig. 16, II) zeigt jedoch, abgesehen von einer Schwankung am 14. Aug., mit Gipfel bei 12, ein ausgesprochenes Maximum bei 13, nur ist der Gipfel etwas niedriger und nicht so steil wie bei Fig. 15. In der Schlussphase III vom 31. Aug. bis Anfang November wird der Gipfel bei 13 beibehalten, es bildet sich aber daneben ein zweiter, etwas höherer bei 10, mit einem dazwischenliegenden Minimum bei 11. Eine unbedeutende Erhöhung is ferner bei 8 zu bemerken.

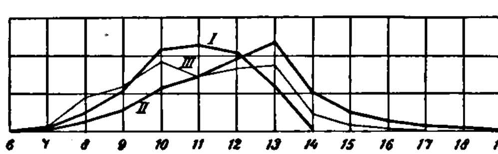


Fig. 16.

Trotz des grundverschiedenen Verhaltens obiger Gruppen inbezug auf Gipfelfestigkeit, zeigt eine vergleichende Betrachtung ihrer Medianen-Kurven Fig. 17 A und B, dass die Periodizität ihre Wirkung in gleichem Sinne auf sie ausgeübt hat. Die Eigentümlichkeiten dieser beiden Kurven

TABELLE 12.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total.	Med.	Q	Q/Med.
3. Juli.	Endst.	1	2	13	28	55	**56**	51	29	3	5					243	10,90	1,11	0,10
14. „	„			7	17	49	58	63	**79**	45	31	16	7	4	1	377	12,41	1,42	0,11
27. „	End- u. Seitst.		1	—	6	29	34	63	**97**	55	31	7	5	4	1	333	12,84	1,02	0,08
8. Aug.	Seitst.	1	3	15	22	51	89	121	**165**	51	18	10	—	1		547	12,26	1,08	0,09
14. „	„		1	13	21	46	51	**65**	58	34	11	7	2	1		310	11,85	1,34	0,11
31. „	„		6	31	71	87	93	87	**110**	39	18	6				548	11,35	1,50	0,13
17. Sept.	„	1	5	33	54	**89**	72	86	**94**	34	11	6				485	11,34	1,47	0,13
24. „	„		8	61	56	**86**	70	68	**75**	22	4	3	1			454	10,73	1,54	0,14
15. Okt.	„			41	47	67	68	77	**84**	17	12	1				414	11,25	1,49	0,13
4. Nov.	„			11	32	**57**	31	41	34	7	1					214	10,72	1,24	0,12
		3	26	225	354	606	622	722	**825**	307	142	56	15	10	2	3825			

Sanvitalia procumbens, Gruppe B., 1910.
(aus Scheibenfrüchten gezogen).

Mittlerer Wert der Medianen: 11,56.

stimmen sehr gut überein mit denen von *Laya plat.*, denn es gilt wiederum: 1) dass die absoluten Werte der Medianen bei den aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen während der ganzen Blütezeit höher sind als bei den aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen, 2) dass diese Differenz in der ersten und mittleren Periode am grössten, zum Schluss der Blütezeit am kleinsten ist; 3) dass die aufsteigende Phase bei A bedeutend höher einsetzt und kürzer dauert als bei B.

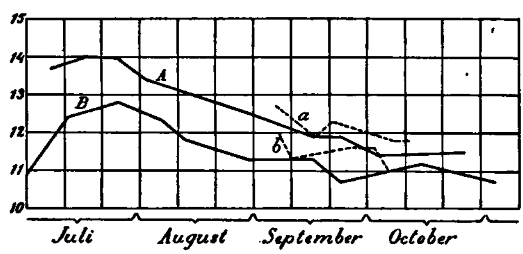


Fig. 17.

Die Gleichheit der äusseren Umstände, unter denen diese beiden Pflanzengruppen seit 3 Generationen kultiviert wurden, deutet, wie bei *Laya plat.*, darauf hin, dass die Eigentümlichkeit, eine hohe Anzahl Strahlblüten hervorzubringen, den aus Randfrüchten hervorgegangenen Pflanzen erblich eigen ist. Obgleich die periodischen Einflüsse bei beiden Gruppen im gleichen Sinne wirkten, hatten sie bei A die Konstanz des Gipfels bei 13 doch nicht erschüttern können.

Da ausschliesslich oder doch teilweise endständige Köpfchen bei beiden Gruppen während einer ungefähr gleich langen Zeitdauer gezählt wurden, spricht der bedeutende Unterschied in der Dauer des Aufstiegs bei A und B nicht dafür, dass letzterer mit der Stellung der Köpfchen zur Hauptaxe in direktem Zusammenhang stehe.

Von den bei *Sanvitalia proc.* auftretenden Gipfelzahlen gehört nur die Zahl 13 der Hauptreihe des Fibonacci an;

10 und 12 gehören zur Nebenreihe und 11 ist keine Fibonacci-Zahl.

Dimorphotheca pluvialis.

Die Saat wurde 1908 einer im Versuchsgarten befindlichen *Dimorphotheca*-Gruppe entnommen. Bei der getrennten Aussaat von Rand- und Scheibenfrüchten wurden nur die extremen Formen berücksichtigt, also die dreiseitigen, länglich walzenförmigen, äusseren Randfrüchte und die glatten, flachherzförmigen Scheibenfrüchte. Die Aussaat fand stets gleichzeitig und im Versuchsgarten, in einer Entfernung von 10—15 Metern statt. Der Umfang der Beete betrug 1,5 M^2.

Wie bei den vorigen Arten begannen auch bei dieser die aus den Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen der Gruppe B etwa 8—14 Tage früher zu blühen als diejenigen der Gruppe A. Diese Beobachtung stimmt gut überein mit den Resultaten der Keimversuche, welche Correns [1]) mit den beiderlei Früchten von *Dimorphotheca pl.* angestellt hat. Nach diesen keimen die Scheibenfrüchte besser und rascher als die Randfrüchte, auch ist der Same bei letzteren etwas schwerer. Eigentümlicher Weise trat auch in der Periode des Abblühens bei beiden Gruppen ein merkbarer Unterschied hervor, indem die aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen noch etwa 3—4 Wochen länger blühten als die aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen.

Was nun die Anzahl der Strahlblüten betrifft, so ist der Unterschied bei den beiden Gruppen von *Dimorphotheca pluvialis* lange nicht so gross als bei den vorigen Arten. Sowohl die Tabellen als die Kurven lehren, dass die Periodizität bei A und B in zwei Phasen, ohne Übergang, zum Ausdruck kommt.

---

1) Das Keimen der beiderlei Früchte der *Dimorphotheca pluvialis.* Bericht der Deutschen Bot. Gesell. 1906. Bd. XXIV. Heft 3 p. 173.

Tabelle 13.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total.	Med.	Q	Q / Med.
		Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.																			
31. Juli.	Endst.								7	17	58	**146**	57	24	5	2	1	317	16,02	0,61	0,04
6. Aug.	End- u. Seitst.							1	12	17	42	**119**	49	18	6	2		266	16,01	0,62	0,04
10. „	Seitst.					1	2	1	11	20	47	**128**	42	21	7	1		281	15,96	0,64	0,04
14. „	„								14	24	28	**89**	48	27	6			236	16,08	0,85	0,05
24. „	„							3	53	45	79	**159**	65	28	8	2		442	15,46	0,76	0,05
3. Sept.	„							3	17	16	22	**45**	21	3	1			128	15,63	0,69	0,04
13. „	„					3	5	5	**56**	22	27	**55**	20	3	3			199	14,81	1,45	0,10
22. „	„				1	8	21	35	**173**	30	41	**54**	10	4				377	13,21	1,09	0,08
1. Okt.	„			1	9	9	13	12	**50**	13	6	**29**	8	3	2			155	13,17	1,77	0,13
13. „	„				3	6	4	3	**9**	8	6	**16**	6	2				63	14,31	1,79	0,12
																		110	13,71	1,62	0,12
24. „	„	1	—	2	—	2	2	3	**17**	6	3	**9**	1	1				47	13,29	1,32	0,09
		1	—	3	13	29	47	66	**419**	218	359	**849**	327	134	38	7	1	2511			

Dimorphotheca pluvialis, Gruppe A. 1910.
(aus Randfrüchten gezogen).

Mittlerer Wert der Medianen: 15,00.

TABELLE 14.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.														Total.	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
24. Juli.	Endst.				1	2	53	59	80	**124**	33	7	3	1		363	15,33	1,02	0,06
7. Aug.	„					5	52	52	90	**133**	34	9	3	2	1	381	15,40	0,96	0,06
11. „	End- u. Seitst.			1	1	2	40	71	75	**114**	30	9	3	—	1	347	15,28	1,02	0,06
14. „	Seitst.					1	40	40	59	**86**	22	7	2			257	15,30	1,02	0,07
24. „	„				1	9	**126**	81	97	**168**	55	11	4	1		553	15,11	1,28	0,08
3. Sept.	„				4	5	**53**	23	35	**63**	14	1	3			201	14,94	1,36	0,10
13. „	„		2	—	8	16	**60**	21	28	**48**	3	2	—	1		189	13,90	1,40	0,10
17. „	„	1	3	16	7	18	**75**	15	27	**30**	5	1				198	13,22	1,15	0,09
1. Okt.	„			4	6	8	**37**	8	14	10	2					89	13,22	1,08	0,08
		1	5	21	28	66	**536**	370	505	**776**	198	47	18	5	2	2578			

Dimorphotheca pluvialis, Gruppe B. 1910.
(aus Scheibenfrüchten gezogen).

Mittlerer Wert der Medianen: 14,63.

Die erste Phase mit Gipfel bei 16 dauert bei Gruppe A, entsprechend dem späteren Aufblühen, etwa 3 Wochen länger (3. Sept.) als bei B (14. Aug.); darauf folgt die zweite Phase mit 2 Gipfeln bei 16 und 13, welche 1½ resp. 1 Monat dauert. Wenn es zwischen diesen beiden Phasen auch nicht zur Bildung von Übergangsgipfeln kommt, und der zweite Gipfel bei 13 sehr plötzlich zum Vorschein tritt, so ist doch an den Medianen in dieser kritischen Periode keine plötzliche Änderung zu merken; ihre Werte fallen im Gegenteil während der ganzen Blüteperiode sehr regelmässig.

Die beiden deutlich verschiedenen Blütephasen von

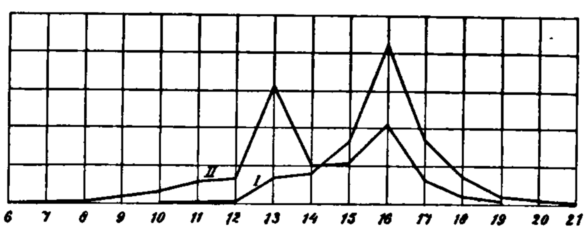


Fig. 18.

A und B, in den Figuren 18 und 19 graphisch dargestellt, zeigen begreiflicher Weise grosse Übereinstimmung. Kurve I von A (Fig. 18) ist symmetrischer und der Gipfel höher als bei B (Fig. 19 I), wo eine grosse Anzahl negativer Abweichungen eine bedeutende Erhöhung bei 13 bewirkt. Bei Gruppe A bringen in der ersten Phase 41,1 % der Köpfchen 16 Strahlblüten hervor, bei B 33,9 %.

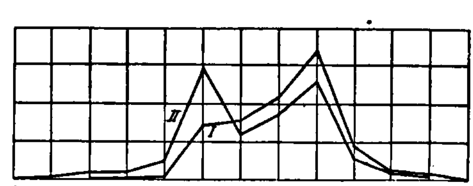


Fig. 19.

Beim Vergleich der Kurven II von A und B fällt

es auf, dass bei A, Fig. 18 der Gipfel bei 16 niedriger und bei 13 etwas höher ist als bei Gruppe B, Fig. 19. Während die Zählungen bei B nur bis zum 1. Oktober stattfinden konnten, wurden sie bei A bis zum Ende des Monats fortgesetzt. Die ungünstige Witterung des Spätherbstes kann auf die Ausbildung der Strahlblüten bei A ungünstig gewirkt haben.

Wenden wir uns zum Schluss dem in Fig. 20 veranschaulichten allgemeinen Verlauf der Periodizität zu, so bemerken wir, dass die erste, ansteigende Periode viel weniger stark ausgeprägt ist als bei *Laya platyglossa* oder *Sanvitalia procumbens.* A beginnt mit einer Phase gleich hoher Mittelwerte; im weiteren Verlauf findet ein Wechsel von Fallen, Steigen und Stillstand statt. Da die beiden letzten Zählungen sich nur über je etwa 50 Köpfchen erstreckten und so kleine Zählungen leicht Unregelmässigkeiten im Kurvenverlauf verursachen, ist dem Aufstieg während des Monats Oktober wohl keine grosse Bedeutung beizulegen. Kurve B verzeichnet, abgesehen von dem unbedeutenden Aufstieg in der Anfangs- und dem Stillstand in der Schlussperiode, ein ununterbrochenes Fallen. Der Distanzunterschied der beiden Kurven ist in der ersten Periode am grössten und verschwindet Ende September vollständig.

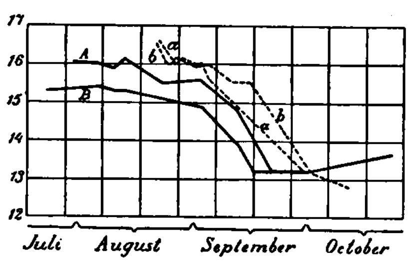


Fig. 20.

Von den bei *Dimorphotheca pluv.* vorkommenden Gipfelzahlen gehört die Zahl 13 der Hauptreihe des Fibonacci an, die Zahl 16 als Multiplum von 8 der Nebenreihe.

Was die Angaben in der Literatur über *Dimorphotheca pluv.*

betrifft, so fand Weisse[1]) am Anfang der Blütezeit entschieden die Zahl 13, später an grösseren Köpfchen auch die Zahl 21 als Gipfelzahl der Strahlenkurve. Da Weisse jedoch keine Zahlenwerte und Data anführt, können wir seine Angaben nicht mit den unsrigen vergleichen. Anders verhält es sich mit den von Correns[2]) erhaltenen Resultaten bei seinem Vererbungsversuch mit *Dimorphotheca pluv.*; diese stimmen in sofern in auffälliger Weise mit den meinigen überein, als Correns im Jahre 1903, wo er die Zählungen relativ spät vornahm, zwischen dem 10. August und 4. September, sowohl bei den aus Rand- als aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Pflanzen die Zahl 13 als Hauptgipfelzahl für die Strahlblüten erhielt. Im folgenden Jahr, wo die Zählungen relativ früh stattfanden (20. Juli bis 6. August), stellte Correns jedoch bei 4 Gruppen in einheitlicher Weise einen Hauptgipfel bei 16 und einen Nebengipfel bei 13 fest. Genau die gleichen Gipfelverhältnisse habe ich bei meinen Gruppen im Laufe desselben Jahres beobachten können und daher zwei deutliche Blütephasen unterschieden. Man könnte einwenden, dass die Zählungen von Correns nicht im gleichen Sommer stattfanden und dass die Saison-Einflüsse in verschiedenen Jahren sehr verschieden sein können. Das ist auch sicher der Fall, nur glaube ich, dass die periodischen Einflüsse, nach den im Vorhergehenden ausgeführten Beispielen, in jedem Jahr vielleicht in Bezug auf den Grad verschieden wirken werden, in Bezug auf die Richtung jedoch in gleicher Weise. Die Zahl der Strahblüten wird z. B. entweder vom ersten

1) **Pringsheim's Jahrbücher für wissensch. Botanik 1897. Bd. 30, p. 469.**

2) l. c.

Aufblühen bis zum Schluss der Blütezeit stets fallen oder anfangs steigen und dann fallen. Eine Wirkung der Periodizität im umgekehrten Sinne ist nicht denkbar.

Sehr wahrscheinlich hat Correns im Jahre 1903 die zweite von mir bei *Dimorphotheca pluv.* beobachtete Blütephase getroffen (Gipfel bei 13), 1904 dagegen die erste mit Gipfel bei 16. Dies würde auch sehr gut mit der von Correns [1]) selbst gemachten Beobachtung übereinstimmen, dass nach einer einmonatlichen Unterbrechung der Zählungen der Hauptgipfel bei 16 ganz verschwunden und der Nebengipfel bei 13 zum Hauptgipfel geworden war.

Die im vorhergehenden bei *Laya plat.*, *Sanvitalia procumbens* und *Dimorphotheca pluvialis* beobachtete Periodizität in der Ausbildung der Strahlblüten spricht in überzeugender Weise dafür, dass auch für die Vererbungsversuche mit heterokarpen Kompositen erst der Charakter der Periodizität durch lückenlos aneinander schliessende Zählungen festgestellt werden muss, bevor man die für die einzelnen Gruppen (aus Rand- resp. Scheibenfrüchten hervorgegangen) erhaltenen Resultate mit einander vergleichen darf. Der Einwand, dass diesem Fehler dadurch abgeholfen werden könnte, dass man die Zählungen bei den verschiedenen Gruppen stets am gleichen Tage vornimmt, erscheint hinfällig, wenn man bedenkt, dass, wie für die drei erwähnten Arten bewiesen worden ist, infolge der bei den Randfrüchten später erfolgenden Keimung als bei den Scheibenfrüchten eine Verschiebung der aufeinander folgenden Blütephasen eintritt, so dass die gleiche Phase, d. h. die gleichen Gipfelverhältnisse, bei den aus Rand- resp. aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzengruppen an einem verschiedenen Zeitpunkt auftreten können.

1) l. c. p. 169.

Die Periodizität bei der gleichen Art und am gleichen Standort, aber in verschiedenen Jahren.

Im Anschluss an die vorhergehende Behandlung der drei Arten heterokarper Kompositen dringen sich in Hauptsache 4 Fragen auf: 1) trug die Periodizität bei denselben Arten und Gruppen im Jahre 1909 den gleichen Charakter wie 1910? 2) traten in den aufeinander folgenden Jahren die gleichen oder andere Gipfel auf? 3) sind die für A und B 1910 erhaltenen Mittelwerte (Medianen) dieselben wie die von 1909, d. h. haben sich die Abstände (absoluten) der Kurven von der Abszisse seit dem Jahre 1909 verändert? 4) Wie verhält sich die Differenz der für A und B gefundenen Mittelwerte in aufeinander folgenden Jahren? d. h. haben sich die Abstände (relativen) zwischen den beiden Kurven A und B seit 1909 vergrössert, verkleinert oder sind sie gleich geblieben?

Obgleich sich obige Fragen im grossen ganzen in gleicher Weise werden beantworten lassen, möge doch, der einzelnen Abweichungen wegen, jede der drei Arten (*Laya plat.*, *Sauvitalia proc.* und *Dimorphotheca pluv.*) gesondert betrachtet werden.

Der Kürze halber sind im Folgenden nicht die vollständigen Zahlentabellen wiedergegeben, sondern nur die Data der Zählungen, die totale Anzahl der zugehörigen Köpfchen und die Gipfelzahlen. Diese Grössen genügen für eine vergleichende Betrachtung, wie wir sie an der Hand der graphischen Darstellung der Mittelwerte vornehmen werden.

Ein unverbesserlicher Übelstand, der eine rückhaltlose Beantwortung obiger Fragen verhindert, besteht jedoch darin, dass die Zählungen vom Jahre 1909 nach der bis

jetzt fast allgemein üblichen Methode vorgenommen wurden, wobei, zu willkürlichen Zeiten oder wenn die Pflanzen im reichsten Blütenflor zu stehen schienen, eine grössere Anzahl von Köpfchen scheinbar wahllos aus einer grossen Gruppe von Pflanzen gepflückt wurde. Die Wichtigkeit der Rolle, welche die Periodizität bei der Bildung der Strahlblüten spielt, war mir damals noch unbekannt.

Die A und B (1910) entsprechenden Gruppen des Jahres 1909 sind mit *a* und *b* bezeichnet worden.

TABELLE 15.

Laya platyglossa.

I. Generation 1909. Gruppe *a* (aus Randfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
17. Juli	111	11,22	13
19. „	102	12,02	13
25. Aug.	139	12,63	13
27. „	104	12,0	13
5. Sept.	92	10,6	10
17. „	144	9,61	8
30. „	237	8,38	8
8. Okt.	198	7,87	8
	1127		

TABELLE 16.

Gruppe *b* (aus Scheibenfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
14. Juli . . .	419	9,36	8
15 „ . . .	407	9,48	8
17 „ . . .	185	12,65	13
18 „ . . .	270	12,54	13
5 Sept. . . .	181	8,67	8
17 „ . . .	262	8,39	8
29 „ . . .	256	8,12	8
9 Okt. . . .	256	7,97	8
	2236		

Figur 14, Seite 142, zeigt das Kurvenpaar A und B, das uns über den allgemeinen Verlauf der Periodizität im Jahre 1910 orientiert, und das entsprechende Kurvenpaar *a* und *b* des Jahres 1909.

Trotzdem beim Beginn der Zählungen 1909 nicht auf das Abpflücken der primären Köpfchen geachtet wurde, ist doch noch ein Teil der ersten ansteigenden Periode mit einbegriffen worden. Nach Analogie mit dem Verlauf der Kurven von 1910 ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die Kurven *a* und *b* tatsächlich länger angestiegen sind, als die Figur angibt. Leider wurden die Zählungen gerade in diesem entscheidenden Zeitpunkt unterbrochen; für *a*, vom 19. Juli bis zum 25. August, für *b* vom 18. Juli bis zum 5. September.

Im Augenblick, wo die Zählungen wieder aufgenommen wurden, waren beide Kurven bereits im Fallen begriffen;

b hatte sogar die Schlussperiode bereits erreicht. Der allgemeine Charakter der Kurven von 1909 und 1910 ist augenscheinlich trotz dieser Unvollständigkeit der Untersuchung der gleiche. Wir finden bei beiden die aufsteigende, kürzere Periode und die längere, absteigende.

Was die Gipfelzahlen betrifft, so stimmen diejenigen des Jahres 1909 beinahe völlig mit denen von 1910 überein. Die aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (A und *a*) setzen in beiden Generationen mit einem Gipfel bei 13 ein, dann tritt bei A ein Übergangsgipfel bei 10 auf unter Beibehaltung des höheren bei 13 (11. Aug.), während *a* die Zahl 10 als einzigen Gipfel aufweist (5. Sept.). Die Gruppen B und *b* dagegen fangen beide mit dem niedrigeren Gipfel bei 8 an, machen dann eine Phase mit der Gipfelzahl 13 durch, um schliesslich zum Gipfel bei 8 zurückzukehren. Die einzelnen Phasen wurden 1909 etwa 3 Wochen später erreicht als 1910; der besonders kalte und nasse Sommer von 1909 kann diese Verzögerung in der Blütenentwicklung sehr wohl verursacht haben.

Die Antwort auf die dritte Frage nach den 1910 erhaltenen Durchschnittswerten (Medianen) bei den Gruppen A und B im Vergleich zu denen von *a* und *b* 1909 lautet für alle drei Arten gleich, nämlich: die Kurvenpaare von 1909 liegen sämtlich bedeutend höher als diejenigen von 1910 (sieh Fig. 14, 17 und 20), d. h. der Wert der Medianen, somit die Anzahl der Strahlblüten, ist (mit Ausnahme der Schlussphase) in allen entsprechenden Blütephasen 1909 grösser gewesen als 1910. Mit der oben erwähnten Ungunst der Witterung von 1909 scheint diese Tatsache allerdings im Widerspruch zu stehen. Eine Erklärung für diese Erscheinung liegt möglicherweise in dem Umstand, dass im Jahre 1909 stets Köpfchen von einem grossen Beete gepflückt wurden, wobei nicht darauf geachtet wurde, dass stets alle zur Blüte gekommenen Köpfchen

von einer genau begrenzten Pflanzengruppe gepflückt wurden. Auch vollkommen absichtslos wird das Auge unwillkürlich die grösseren Köpfchen aussuchen, wie die Erfahrung es bereits auch anderen Untersuchern gelehrt hat. Ich erinnere an das Beispiel von *Primula elatior*, [1] bei der die kurzstieligen und langstieligen Formen am natürlichen Standort ungefähr in derselben Anzahl vorkommen sollen, während beim Pflücken die langstieligen oft unwillkürlich bevorzugt werden.

Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch andere, unbekannte Ursachen dieser Differenz zu Grunde liegen. Derartige Zweifel können eben nur durch Zählung sämtlicher Köpfchen einer scharf begrenzten Gruppe von Pflanzen vermieden oder gelöst werden.

Die letzte Frage lautete: bringen die aus Randfrüchten hervorgegangenen Pflanzen in der zweiten Generation einen grösseren Prozentsatz Strahlblüten hervor als in der ersten? resp. einen kleineren bei den Scheibenfrüchten?

Wegen der Unvollständigkeit der Zählungen von 1909 können wir nicht, wie für 1910, den Durchschnittswert sämtlicher Medianen einer Kurve mit dem einer anderen vergleichen, sondern müssen uns zur Beantwortung obiger Frage mit einer Schätzung und Vergleichung der Abstände zwischen den zusammengehörigen Kurvenpaaren begnügen. Es zeigt sich dann, dass die Abstände zwischen den Kurven A und B (1910) nicht grösser sind als zwischen *a* und *b* (1909), was besagt, dass eine Wirkung der Selektion hier nicht nachweisbar ist.

Nebenbei sei bemerkt, dass in einem Fall, wie der vorliegende, auch die Prozentsätze zum Vergleich nicht

1) De Bruijker. De heterostylie bij *Primula elatior* Jacq. Handel. van het twaalfde Vlaamsch Nat. en Geneesk. Congres 1908, p. 245—246.

herbeigezogen werden dürfen. Diese Methode ist für Arten mit ausgesprochener Blühperiodizität und vor allem bei lückenhaften Zählungen nicht zulässig. Exakter Weise dürfen nur die Prozentsätze einer bestimmten Strahlblütenzahl von Gruppen verglichen werden, die sich in der gleichen Blütephase befinden. Bei Unkenntnis des Periodizitätsverlaufs und bei regellosen Zählungen riskiert man, dass man von der einen Gruppe zu viel Köpfchen aus der Anfangs- und Hauptphase mit hohem Gipfel zählt und mit einer anderen vergleicht, bei der zufällig gerade die Köpfchen der Schlussphase mit niedrigem Gipfel Berücksichtigung fanden.

Sanvitalia procumbens.

Nach dem über *Laya platyglossa* Ausgeführten können wir jetzt sehr kurz sein, umsomehr, als die Zählungen für *Sanvitalia proc.* 1909 zwischen Anfang September und Anfang Oktober ausgeführt wurden, also in der letzten Blütephase. Äusserlich war es den Gruppen allerdings nicht anzusehen, dass die Periodizität ihrem Ende zustrebte, denn die Pflanzen standen in voller Blüte. Die 6 Zählungen, die während eines Monats bei jeder Gruppe ausgeführt wurden, gestatten uns eine sichere Beantwortung der oben gestellten Fragen nur eben für die zufällig getroffene Phase.

Wie anderen Ortes bereits erwähnt (Seite 144) hat die erste getrennte Aussaat der Rand- und Scheibenfrüchte von *Sanvitalia proc.* bereits 1908 stattgefunden. Die Zählungen bei dieser ersten Generation erstreckten sich zwar über einen längeren Zeitraum, waren jedoch zu klein, um irgend welche Schlüsse zuzulassen. Wir haben es also jetzt mit Generation II (*a* und *b*) und III (A und B) zu tun.

TABELLE 17.

II. Generation 1909. Gruppe *a* (aus Randfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
7. Sept.	277	12,68	13
22. „	179	12,32	13
23. „	185	11,94	13
1. Okt.	207	12,00	13
8. „	193	11,84	13
12. „	202	12,33	13
	1243		

TABELLE 18.

Gruppe *b* (aus Scheibenfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
8. Sept.	309	12,02	12
11. „	252	11,33	12
27. „	249	11,61	12
29. „	280	11,60	12
2. Okt.	191	11,62	11—12
6. „	171	10,96	10
	1452		

Fig. 17, Seite 148, zeigt die vollständigen Periodizitätskurven der Gruppen A und B (III Generat.) fürs Jahr 1910 und die unvollständigen der Gruppen *a* und *b* (II Generat.) von 1909.

Wir sehen zuerst, dass die Medianen von *a* und *b* in gleicher Weise von höheren zu niedrigeren Werten streben. Über die früheren Perioden lassen sich dagegen nur Vermutungen anstellen.

Was die Gipfelzahlen betrifft, so treffen wir bei Gruppe *a* ausschliesslich die Zahl 13 an, was völlig mit dem Ergebnis des Jahres 1910 für Gruppe A übereinkommt.

Bei den Gruppen B und *b* tritt dagegen ein kleiner Unterschied hervor. Während bei B der Gipfel bei 13 beinahe stets beibehalten wurde unter Bildung eines niedrigeren Gipfels bei 10, sehen wir *b* in der entsprechenden Periode überhaupt keinen Gipfel bei 13 mehr hervorbringen, dagegen tritt die Zahl 12 als Gipfelzahl sehr konstant auf. Bei B erschien dieser Gipfel nur 1 Mal, am 14. Aug. Die letzte Zählung ergibt bei beiden Gruppen einen Gipfel bei 10. Es treten somit während zwei Generationen in der gleichen Phase die gleichen Gipfelzahlen für die Randblüten der aus Rand- resp. aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen auf, nur findet man sie bei letzteren in etwas verschiedenen Kombinationen vor.

Wie bei der vorigen Art liegen auch bei dieser die Kurven *a* und *b* von 1909 höher als A und B von 1910. Der Wert der Medianen war also bei der zweiten Generation durchschnittlich grösser als bei der dritten. Der vermutliche Grund hierfür ist bereits weiter oben (Seite 159) angegeben worden.

Ungefähr gleich geblieben sind die jeweiligen Entfernungen zwischen den Kurven desselben Jahres. Eine Wirkung der Selektion auf die Anzahl der hervorgebrachten Strahlblüten lässt sich, bei dieser Endphase wenigstens, nicht nachweisen. Eine Folgerung darf jedoch nicht gezogen werden, da die ersten Phasen gänzlich unbekannt sind und die Kurven derselben Art fast stets zum Ende der Blütezeit einander nähern.

Dimorphotheca pluvialis.

Diese Art verhielt sich im Jahre 1909 in bezug auf die drei ersten Fragen ganz wie die vorigen Arten, in bezug auf die letzte wich sie gänzlich von den anderen ab.

Die Zählungen sind für diese Art vollständiger und gestatten einen Überblick über die Hauptblüteperiode. Die Anfangsperiode fehlt leider auch hier, so dass nicht entschieden werden kann, wie sich die erste Blütephase mit den endständigen Köpfchen verhielt.

Die aus Randfrüchten hervorgegangene Gruppe möge wieder mit *a*, die aus Scheibenfrüchten gezogene mit *b* bezeichnet werden.

TABELLE 19.

I. Generation 1909. Gruppe *a* (aus Randfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
25. Aug.	228	16,61	16
26. „	142	16,22	16
27. „	146	16,03	16
28. „	137	16,16	16
3. Sept.	127	16,00	16
5. „	96	15,58	16
30. „	87	13,20	13
	963		

TABELLE 20.

Gruppe *b* (aus Scheibenfrüchten gezogen).

Datum der Zählung.	Total.	Mediane.	Gipfelzahlen.
21. Aug.	175	16,51	16
25. „	172	16,16	16
26. „	66	16,05	16
27. „	176	16,05	16
28. „	126	16,18	16
2. Sept.	151	15,91	16
5. „	110	16,07	16
10. „	165	15,61	16
16. „	184	15,47	16
2. Okt.	117	13,20	13
12. „	138	12,81	13
	1580		

Beginnen wir wiederum mit der Betrachtung des allgemeinen Verlaufs der Periodizität, so bemerken wir an Fig. 20, Seite 153, dass die Kurven *a* und *b*, die einander im ersten Drittel dreimal kreuzen, im grossen und ganzen in ihrem Lauf der Richtung der Kurven A und B folgen. Der schnellen Aufeinanderfolge der Zählungen im August 1909 ist der etwas unregelmässige und eckige Verlauf der Kurven in dieser Zeit zuzuschreiben. Von diesen unbedeutenden Schwankungen abgesehen, findet ein ständiges Fallen der Kurven statt; in den letzten Tagen des Septembers beträgt der Wert der Medianen für beide Gruppen-

paare etwa 13,2. Die späteren Zählungen sind zu klein, um über den weiteren Verlauf etwas Sicheres aussagen zu können.

In Bezug auf die Gipfelzahlen ist zu bemerken, dass A und *a* beide mit einem Gipfel bei 16 anfangen, während A dann aber in eine zweigipflige Phase eintritt und den Gipfel bei 16 stets beibehält, trotz des Erscheinens des niedrigeren Gipfels bei 13, tritt bei *a* in der letzten Phase nur dieser auf. Da zwischen den beiden letzten Zählungen 25 Tage liegen, bleibt es unbestimmt, ob in dieser Zeit vielleicht auch bei Gruppe *a* eine zweigipflige Kurve zu verzeichnen gewesen wäre.

Das Gleiche gilt für die Gruppen B und *b*.

Bei beiden Generationen treten also als Gipfelzahlen nur 16 und 13 auf. Übergangsgipfel wurden nicht konstatiert. Wie bei den zwei vorhergehenden Arten stellen wir auch bei dieser fest, dass alle für die Gruppen *a* und *b* im Jahre 1909 erhaltenen Medianenwerte grösser sind als diejenigen von A und B des Jahres 1910. Das Kurvenpaar von 1909 liegt sogar in seinem Hauptverlauf völlig oberhalb des entsprechenden Paares von 1910.

Wir kommen nun zur letzten Frage, ob die Differenz in der durchschnittlich hervorgebrachten Anzahl Strahlblüten sich während zwei Generationen vergrössert hat. Während die Antwort bei *Laya plat.* und *Sanvitalia proc.* verneinend lautete, überzeugt uns ein Blick auf Fig. 20, dass sie in diesem Falle bejaht werden muss. Wenn die Kurve *b* auch anfangs niedriger einsetzt als *a*, so kreuzt sie diese doch mehrmals und scheint während des Monats September sogar höher zu verlaufen als *a* (bei *a* tritt hier allerdings eine Lücke ein!). Jedenfalls darf behauptet werden, dass nach den vorliegenden Zählungen die aus Rand- und die aus Scheibenfrüchten gezogenen Pflanzen im Jahre 1909 eine ungefähr gleich

grosse Anzahl Strahlblüten in den Köpfchen hervorbrachten. Im Jahre 1910 stellt sich dagegen eine recht bedeutende Differenz in den Werten der Medianen für A und B heraus, wobei diejenigen der ersten Gruppe höher sind als die der zweiten. Es wäre jedoch nicht statthaft, hieraus den Schluss zu ziehen, dass die Eigenschaft, eine grössere oder kleinere Anzahl von Strahlblüten zu produzieren, sich bei den beiden Gruppen im Laufe von zwei Generationen durch Selektion ausgebildet habe, denn die Zählungen von 1909 waren nach einer anderen Methode ausgeführt worden. Wären auch damals sämtliche Köpfchen einer begrenzten Gruppe gepflückt und gezählt worden, so hätte diese Frage eine viel zuverlässigere Beantwortung erfahren können.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, obgleich dieser Gegenstand streng genommen nicht hierher gehört, dass auch bei vollkommener Isolierung der beiden Gruppen (A und B), die weiblichen Strahlblüten stets mit dem Pollen der zwittrigen Röhrenblüten befruchtet werden müssen, wodurch die Eigenschaft „röhrenblütig" ständig wieder mit der Eigenschaft „strahlblütig" gemengt wird.

Verhalten der Periodizität bei der gleichen Art unter verschiedenen Lebensbedingungen.

Die folgenden, mit denselben heterokarpen Arten angestellten Versuche machen zwar keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da sie aber deutlich auf einige Beziehungen zwischen der Periodizität und dem Einfluss äusserer Faktoren weisen, mögen sie hier nicht vorenthalten werden.

Anfang Mai 1910 wurde ein Teil der für den Versuchsgarten bestimmten Saaten im eigenen Garten ausgesät. Um diesen ersten Versuch zu vereinfachen, wurden nur

von *Dimorphotheca pluv.* beide Gruppen A und B gewählt, von *Laya plat.* und *Sanvitalia proc.* dagegen nur die Gruppe B.

Die Aussaat wurde, gleichzeitig mit derjenigen im Versuchsgarten, auf 1 Quadratmeter grosse Beete vorgenommen. Sie befanden sich im Halbschatten, während sie im Versuchsgarten in voller Sonne standen. Der Boden bestand, wie früher bereits ausgeführt, im eigenen Garten aus sandigem Lehm, in den seit vielen Jahren keinerlei Düngstoffe gekommen waren. Im Hinblick auf den sehr stark gedüngten Boden des Leidener Hortus hatte ich erwartet, im eigenen Garten den Einfluss ungünstiger Ernährungsbedingungen auf die Blütenentwicklung verfolgen zu können, aber die Resultate entsprachen durchaus nicht den Erwartungen.

Bei den Zählungen dieser Gruppen wurde zwar darauf geachtet, dass stets alle an einem bestimmten Tage blühenden Köpfchen gepflückt und auch die endständigen mitgezählt wurden und dass sich die Zählungen über die ganze Blütezeit verteilten. Eine Unterschied mit den Zählungen im Versuchsgarten bestand aber darin, dass letztere sämtliche im Laufe des Sommers aufblühenden Köpfchen umfasste, was im eigenen Garten nicht der Fall war. Ist einmal der Charakter der periodischen Erscheinungen für eine bestimmte Art an einem bestimmten Standort durch lückenlose Zählungen nachgewiesen, so erfordern weitere experimentelle Untersuchungen mit derselben Art nicht mehr unumgänglich lückenlose Zählungen, weil dann ein Vergleich und eine Kontrolle mit der einmal festgestellten Kurve möglich ist. Für weitere Untersuchungen wird es meistens genügen, wenn stets alle gleichzeitig blühenden Köpfchen gepflückt und die Anfangs-, Mittel- und Schlussphasen getroffen werden.

Betrachten wir in der früher bereits eingeschlagenen Reihenfolge zuerst wieder:

Laya platyglossa.

Tabelle 21 orientiert über die Zahlen- und Gipfelverhältnisse dieser aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Kultur, die mit B[1] bezeichnet werden soll. Vielleicht infolge des weniger sonnigen Standplatzes begann diese Gruppe später zu blühen als die entsprechende (B) im Versuchsgarten. Auffälligerweise fehlt hier auch die erste Phase mit Gipfel bei 8 und tritt sogleich der Gipfel bei 13 auf, was mit den aus Randfrüchten gezogenen Pflanzen (A) des Versuchsgartens völlig übereinstimmt.

Während der grösste Medianenwert bei B 10,96 betrug, steigt er bei B[1] bis zu 12,59, also ein sehr bedeutender Unterschied, der sich am übersichtlichsten an Fig. 21

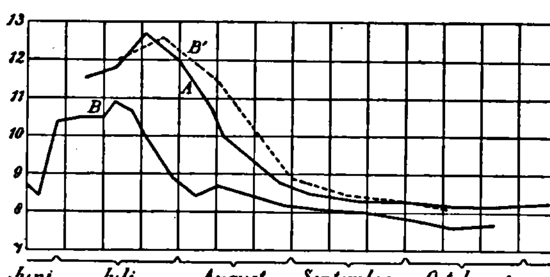


Fig. 21.

feststellen lässt. Hier sind zum Vergleich mit B[1] wiederum die Kurven von A und B im Versuchsgarten abgebildet. Wir sehen, dass B[1] sogar noch höher liegt als A, mit welcher Kurve im übrigen grosse Übereinstimmung herrscht. Auch bei B[1] findet man anfangs eine aufsteigende Phase, die in eine stetig absteigende übergeht, um zum Schluss in ziemlich konstanter Höhe zu bleiben.

TABELLE 21.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.													Total.	Med.	Q	Q / Med.
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
17. Juli.	Endst.		2	15	23	24	22	34	**79**	3	2	1	—	1	206	12,00	1,48	0,12
29. „	End.- u. Seitst.		2	10	22	32	25	77	**178**	18	8	3			375	12,59	0,84	0,07
12. Aug.	Seitst.			17	40	43	29	54	**76**	2					261	11,53	1,48	0,13
2. Sept.	„		7	**110**	43	35	30	18	27	1					271	8,93	1,81	0,20
16. „	„		8	**110**	43	30	20	14	15						230	8,47	0,97	0,11
12. Okt.	„	4	17	**66**	18	10	7	1	5						128	8,15	0,67	0,08
		4	36	**328**	189	174	133	198	**370**	24	10	4	—	1	1471			

Laya platyglossa, Gruppe B. 1910. Mittlerer Wert der Medianen: 10,28.

Sehr bezeichnend sind auch die für jede Gruppe erhaltenen mittleren Werte sämtlicher Medianen, die hier folgen mögen:

Versuchsgarten	Gruppe B :	9,04
	„ A :	9,77
Eigener Garten	„ B':	10,28

Differenz B' — B = 10,28 — 9,04 = 1,24.

Aus diesem Versuch geht deutlich hervor:

1) dass die äusseren Umstände für die Ausbildung von Strahlblüten in den Köpfchen im eigenen Garten günstiger waren als im Versuchsgarten;

2) dass die aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Pflanzen B' inbezug auf das Verhalten ihrer Strahlblüten mehr Ähnlichkeit zeigten mit Gruppe A als mit B des Versuchsgartens. Günstigere Umstände waren somit imstande gewesen, die unter gleichen Bedingungen sich geltend machenden Unterschiede zwischen A und B zu verwischen;

3) dass der Einfluss der Periodizität sich trotz verschiedener Lebensumstände bei allen Gruppen in gleicher Weise äusserte, indem er zu Anfang der Blütezeit ein Steigen, später ein stetiges Sinken der Strahlblütenzahl veranlasste.

Wir haben es somit mit zwei Faktoren zu tun, welche die Gestaltung der Kurven beeinflussen, nämlich erstens die Ernährungsbedingungen, von denen bei *Laya plat.* die Höhe der Kurven abhängig ist, und zweitens die periodischen Erscheinungen, welche im vorliegenden Fall die Form, Richtung und Steilheit der Kurven angaben.

Sanvitalia procumbens.

Auch von dieser Art wurde ein Teil der für Gruppe B im Versuchsgarten bestimmten Scheibenfrüchte Anfang

Mai im eigenen Garten ausgesät. Diese Gruppe, die wir, wie vorhin, mit B^1 bezeichnen wollen, gehörte also wie B der dritten Generation an. Es wurden nur 4 Zählungen vorgenommen, eine am Anfang, eine am Ende und zwei in der Mitte der Blütezeit. Da eine Zählung von ausschliesslich endständigen Köpfchen nicht mehr stattgefunden hat, bleibt es unentschieden, ob vor der Gipfelbildung bei 13 noch eine niedrigere aufgetreten ist. Im Übrigen verhält sich die Gruppe B^1 in bezug auf die Gipfelverhältnisse ganz wie B und nicht wie A des Versuchsgartens.

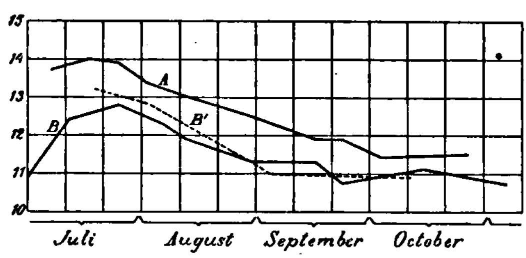


Fig. 22.

Betrachten wir Fig. 22, wo wir wieder die Kurven A und B abgebildet finden zum Vergleich mit B^1, so fällt uns ein Unterschied mit dem Verhalten von *Laya plat.* auf. Kurve B^1 liegt nämlich nur unbedeutend höher als B; die für die Bildung von Strahlblüten günstigeren Verhältnisse im eigenen Garten haben bei dieser Art also nicht in so hohem Grade gewirkt wie bei der vorigen. Ob nun *Sanvitalia proc.* gegen Veränderungen der äusseren Ernährungsbedingungen weniger empfindlich ist oder ob die Eigentümlichkeit, eine kleinere oder grössere Anzahl Strahlblüten hervorzubringen, infolge der drei Mal wiederholten Selektion (getrennte Aussaat der Scheiben- resp. Randfrüchte) bereits einigermassen fixiert worden ist, lässt sich in diesem Fall nicht entscheiden. Hierfür sind andere Versuche erforderlich.

Ein kleiner Einfluss der veränderten Ernährungsbedin-

TABELLE 22.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen.														Total.	Med.	Q	$\frac{Q}{Med.}$
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				
21. Juli.	End- u. Seitst.			2	5	13	34	45	**100**	61	36	24	11	4	2	337	13,19	1,10	0,08
4. Aug.	Seitst.			1	10	13	46	53	**69**	43	29	12	6	1		283	12,77	1,22	0,09
5. Sept.	„	1	3	42	66	**92**	71	71	**75**	31	18	2	1			473	10,96	1,52	0,14
12. Okt.	„			48	56	**78**	59	70	**80**	12	—	1				405	10,85	1,47	0,13
		1	3	93	137	196	210	239	**324**	147	83	40	18	5	2	1498			

Sanvitalia procumbens, Gruppe B[1]. 1910. Mittlerer Wert der Medianen: 11,94.

gungen lässt sich übrigens auch bei *Sanvitalia proc.* feststellen. Wir vergleichen hierzu wieder die mittleren Werte der Medianen:

Versuchsgarten	Gruppe	A	: 12,74
	„	B	: 11,56
Eigener Garten	„	B^1	: 11,94

Differenz $B^1 - B = 11{,}94 - 11{,}56 = 0{,}38$.

Der grösste Medianenwert für Gruppe B beträgt 12,84, für B^1 13,19.

Was den allgemeinen Verlauf der Kurve B^1 betrifft, so stimmt er wiederum völlig überein mit dem von A und B. Der erste, aufsteigende Teil fehlt, wahrscheinlich wegen des etwas zu späten Beginns der Zählung. Gestalt und Richtung der Kurve entsprechen aber durchaus derjenigen von A und B. In der Schlussperiode finden wir infolge der umfangreichen Zählungen einen sehr konstanten Verlauf.

Mit den Zählungen von:

Dimorphotheca pluvialis

wurde in gleicher Weise verfahren, wie mit denen der vorigen Art, d. h. am Anfang und Ende der Blütezeit fanden je eine, in der Mitte jedoch zwei Zählungen statt.

Die Tabellen 23 und 24 beweisen, dass die Gruppen A^1 und B^1 im eigenen Garten dieselben Gipfelzahlen bildeten wie A und B im Versuchsgarten, nämlich 16 am Anfang und 13 am Ende der Blütezeit. Diese Tatsache verdient einige Beachtung, wenn man berücksichtigt, dass für die Gruppen A^1 und B^1 durchschnittlich viel höhere Medianenwerte festgestellt wurden als für A und B. Es lässt sich dies bereits an Fig. 23, wo beide Kurvenpaare dargestellt sind, erkennen. Vergleichen wir jedoch auch noch die Durchschnittswerte der Medianen.

TABELLE 23.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total.	Med.	Q	Q/Med.
31. Juli.	Endst.				5	10	39	**198**	81	34	13	1	1	382	16,19	0,61	0,04
15. Aug.	End- u. Seitst.				2	9	26	**66**	42	12	4	4		165	16,19	0,71	0,04
3. Sept.	Seitst.		1	2	**38**	23	37	**49**	19	4				173	15,11	1,24	0,08
29. „	„	2	8	9	**43**	11	10	6	1					90	13,10	0,71	0,05
		2	9	11	**88**	53	112	**319**	143	50	17	5	1	810			

Dimorphotheca pluvialis, Gruppe B. 1910. Mittlerer Wert der Medianen: 15,15.

TABELLE 24.

Datum der Zählung.	Stellung der Köpfchen.	Zahl der Strahlblüten im Köpfchen. 7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total.	Med.	Q	Q/Med.
4. Aug.	Endst.					1	—	3	7	41	**141**	95	37	12	6	5	1	349	16,37	0,74	0,04
15. „	End- u. Seitst.							4	9	19	**72**	51	17	9	3	2	1	187	16,35	0,75	0,05
3. Sept.	Seitst.					1	1	14	20	25	**53**	18	6	2				140	15,67	0,94	0,06
29. „	„				11	1	8	**30**	7	8	9	—	1					75	13,08	0,95	0,07
					11	3	9	**51**	43	93	**275**	164	61	23	9	7	2	751			

Dimorphotheca pluvialis, Gruppe A. 1910. Mittlerer Wert der Medianen: 15,37.

Versuchsgarten	Gruppe A:	15,00
	„ B:	14,63
Eigener Garten	Gruppe A^1:	15,37
	„ B^1:	15,15

Differenz $A^1 - A = 15{,}37 - 15{,}00 = 0{,}37$

„ $B^1 - B = 15{,}15 - 14{,}63 = 0{,}52$.

Dass die Differenz $B^1 - B$ grösser ist als $A^1 - A$ sagt aus, dass die aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Pflanzen auf eine Veränderung der Ernährungsbedingungen stärker reagierten als die aus Randfrüchten gezogenen.

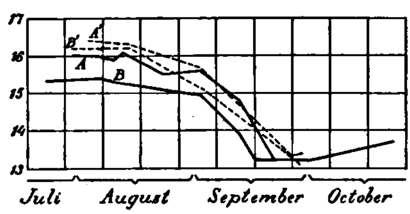


Fig. 23.

Ob sich vielleicht für die Medianen von A ein Grenzwert wird finden lassen, der durch keinerlei Versuche mit künstlicher Ernährung überschritten werden kann?

Wenden wir uns zum Schluss dem allgemeinen Verlauf der Periodizitätskurven zu. Bei *Dimorphotheca pluv.* wurden sämtliche erstaufblühenden Köpfchen mitgezählt; wir sehen denn auch, dass in dieser ersten Periode, wenn auch kein Aufsteigen, so doch auch kein Fallen der Kurven zu konstatieren ist. Im übrigen stimmen Richtung, Form und Steilheit der Kurven A^1 und B^1 wieder völlig mit denen von A und B überein. Der gleichmässigere Verlauf des ersten Kurvenpaares ist der kleineren Anzahl von Zählungen zuzuschreiben, was übrigens auch für die vorhergehenden Arten gilt.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die vorliegende Untersuchung gestattet uns, die eingangs gestellten Fragen kurz folgendermassen zu beantworten:

1) Von den 9 untersuchten Arten liess sich der Einfluss der Periodizität bei 7 Arten sehr deutlich, bei zwei dagegen überhaupt nicht nachweisen.

2) Die periodischen Erscheinungen lassen sich sowohl durch halbe fallende, als durch ganze, erst steigende dann fallende Kurven darstellen.

3) Das Steigen und Fallen der Kurven findet sowohl allmählich als auch ruck- oder sprungweise statt.

4) In Bezug auf die heterokarpen Kompositen gilt, dass die Periodizität bei den aus Rand- bezw. aus Scheibenfrüchten hervorgegangenen Stöcken denselben Charakter trägt; einen wesentlichen, augenscheinlich erblich begründeten Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen bildet jedoch der Abstand ihrer Medianenkurven von einander und von der Abszissenaxe. Vergl. 6.

5) In zwei aufeinander folgenden Jahren trug die Periodizität bei derselben Art unter denselben Umständen denselben Charakter.

6) Bei Stöcken derselben Art, aber unter verschiedenen Ernährungsbedingungen, äusserte sich die Periodizität doch in derselben Weise. Der durch die Ernährung bedingte Unterschied lag in dem Abstand der betreffenden Kurven von der Abszissenaxe, also in der Höhe der Ordinaten (Medianen); Form, Steilheit und Richtung der Kurven blieben jedoch im Wesentlichen unverändert.

7) Die Gipfelbildungen stimmten häufig, aber nicht stets, mit dem Ludwigschen Gipfelgesetz überein. So

entstanden bei *Anthemis cotula* und *Sanvitalia procumbens* auch Hauptgipfel bei 11; auch die Zahlen 9 und 12 traten als Hauptgipfel auf, obwohl sie nur als Dreifaches bezw. Vierfaches von 3 zur Fibonaccireihe in Beziehung stehen.

8) Die Gipfeländerungen fanden sowohl plötzlich, ruckweise, als auch allmählich statt, sodass die Hauptphasen durch Übergangsphasen mit Zwischengipfeln verbunden wurden. Beide Formen der Gipfeländerung fanden sich bisweilen bei derselben Art (*Zinnia tenuiflora, Anthemis cotula,* usw.).

9) Die periodische Bewegung, welche die Masse der Abweicher ausführt, ist im allgemeinen langsamer und gleichmässiger als diejenige der Gipfel, sodass es bald den Anschein hat, als folge die Masse der Abweicher dem Gipfel, bald als schreite jene dem Gipfel voraus. Der Hauptgipfel kann somit sowohl einen niedrigeren als auch einen höheren Wert haben als die derselben Zählung oder Phase entsprechende Mediane.

10) Durch Veränderung der Ernährungsbedingungen in günstigem oder ungünstigem Sinne werden sich in einigen Fällen zweifellos höhere bezw. niedrigere Gipfel erzielen lassen.

SCHLUSSBEMERKUNG.

Dass ausser den äusseren und inneren Ernährungsbedingungen auch die Periodizität einen starken Einfluss auf die Ausbildung der Strahlblüten ausübt, ist durch die vorliegende Untersuchung bewiesen worden; denn die Versuche mit *Calendula arvensis, Laya platyglossa, Sanvitalia procumbens* und *Dimorphotheca pluvialis* zeigten, dass die periodischen Einflüsse sich stets neben den veränderten äusseren Ernährungsbedingungen in charakteristischer Weise geltend machten.

Die wenigstens teilweise Unabhängigkeit der Periodizität von den inneren Ernährungsbedingungen ergab sich wiederum daraus, dass gerade die Endköpfchen, als die bestgenährten, in den meisten Fällen eine kleinere Anzahl Strahlblüten aufwiesen als die weniger gut genährten Seitenköpfchen. Um das Wesen dieser Periodizität zu ergründen, sind andere, umfangreichere Spezialuntersuchungen erforderlich.

Da die Periodizität einen so wichtigen Faktor bildet bei der Ausbildung der Strahlblüten, und sie sich bei jeder Art wieder anders äussert, muss ihr Verlauf erst festgestellt werden, bevor man den Einfluss anderer Faktoren, z. B. extremer Lebensbedingungen, auf die Strahlblütenbildung einer bestimmten Art untersuchen kann. Besonders in Fällen, wo die gleichen Stöcke am gleichen Standort in aufeinander folgenden Jahren verschiedene Gipfel ergeben, wäre zu untersuchen, ob periodische Einflüsse eine Rolle spielen.

Wegen des starken Gipfelwechsels, den die periodische Bewegung hervorruft, sind die Gipfelwerte vorläufig nur

dann als Artmerkmal zu verwenden, wenn sich die Periodizität als einflusslos erwiesen (also bei Arten I. Grades nach Mac Leod). In allen anderen Fällen, wahrscheinlich in der Mehrzahl, wird die statistische Methode der Gipfelbestimmung für die Systematik der Kompositen wertlos bleiben, es sei denn, dass ein mathematischer Ausdruck gefunden werde, der nicht, wie bisher, nur Einzelphasen der gesammten Blüteperiode wiedergibt, sondern das ganze wechselvolle Bild umfasst, das die periodischen Erscheinungen im Blütenleben der Kompositen hervorrufen.

Herrn Prof. Dr. J. M. Janse, der mir die Benutzung des Versuchsgartens bereitwilligst zugestand, sowie Herrn M. C. E. Stakman, Assistent am Rijksherbarium, der während meiner kurzen Abwesenheit so freundlich war, die Zählungen für mich wahrzunehmen, erlaube ich mir zum Schlusse dieser Arbeit meinen herzlichen Dank auszusprechen.

INHALT.